

3224

A KÉMIA TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT

VERSENYKÖNYV
459828

Hogyan tanítsuk a gázokat
érdekesen?

(Dr. Rózsahegyi Márta)

Szervezetünk kálisó-
háztartása avagy „ingatlan-
kiürítő neutronbomba” helyett
„neuronbomba”?

(Fürostné dr.Kólyi Erzsébet – Dr. Tejfalussy (Sido) András)

Az írásbeli számonkérésekről

(Dr. Széll Tamás)

Beszámoló az 1995/96. évi
OKTV 3. fordulójáról

(Bódi József – Magyarfalvi Gábor – Nagy Attila)

V. ÉVFOLYAM 1997

1

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerk.: Kovács Attila

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 590 Ft.

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Művelődési és

Közköztatási Minisztérium

támogatásával.

A kémia tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-7576

Készült a Dürer Nyomda Kft.-ben

Felelős vezető: Beregszászi László

TARTALOM

Egy konvenció határain túl – avagy redoxiegyenletek rendezése szokatlan oxidációs számokkal

Dr. Tóth Zoltán, egyetemi docens, KLTE, Debrecen

Újabb gondolatok a fullerénekről: szerkezeti kérdések, szimmetriamegfontolások, modellezési lehetőségek

Dr. Sebestyén Attila – Máliátné Kocsis Gabriella, Veszprém

Szervezetünk kálisó-háztartása avagy „ingatlan-kiürítő neutronbomba” helyett „neuronbomba”?

Fürstné dr. Kólyi Erzsébet, vezető szaktanácsadó, FPI

Dr. Tejfalussy (Sido) András, okl. mérnök, Budapest

Beszámoló az 1995/96. évi OKTV harmadik, laboratóriumi fordulójáról (II. kategória)

Bódi József – Magyarfalvi Gábor – Nagy Attila

ELTE, Budapest

Hogyan tanítsuk a gázokat érdekesen?

Dr. Rózsahegy Mária, egyetemi docens, ELTE, Budapest

Az írásbeli számonkérésekről

Dr. Széll Tamás, emeritus professzor (USA), JATE, Szeged

Faraday, a kémikus

Hosztafi Sándor, Tiszavasvári

Váratlan, de megérdemelt Nobel-díj (1995.) az ózonkutatásért

Dr. Kőrös Endre, egyetemi tanár, ELTE, Budapest

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8–10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljunk rá.)

Kérjük, hogy a szövetségi idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabétikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében adóazonosító számukat is. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Dr. Tóth Zoltán

Egy konvenció határain túl – avagy redoxiegyenletek rendezése szokatlan oxidációs számokkal

A redoxifolyamatok értelmezésének és a redoxiegyenletek rendezésének hasznos eszköze az oxidációs szám. A jelenleg is használt (ún. szokásos) oxidációs számok egy célszerű megállapodás (konvenció) eredményeként jöttek létre. Egy konvenció határainak túllépése – mint minden határsértés – veszélyes dolog, de magában hordozza az új megismerésének lehetőségét is. Ilyen határsértésnek minősíthető a szokatlan (nem konvencionális) oxidációs számok használata redoxiegyenletek rendezésében [1]. Hogy miről is van szó, azt egy egyszerű redoxireakció (a réz oldódása tömény kénsavban) példáján mutatom be:



Egyenletrendezés konvencionális oxidációs számokkal

A konvencionális megoldás a következő: A H oxidációs száma vegyületeiben +1, az O oxidációs száma -2, a Cu oxidációs száma elemi állapotban 0, vegyületében +2. Ebből következik, hogy a S oxidációs száma a kénsavban és a réz-szulfátban +6, a kén-dioxidban +4, azaz

ha $\text{H} = +1$, $\text{O} = -2$, $\text{Cu} = 0$ és $+2$,
akkor $\text{S} = +4$ és $+6$.



Az oxidációs részfolyamat: $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{+2} + 2e^-$,
a redukciós részfolyamat: $\text{S}^{+6} \rightarrow \text{S}^{+4} - 2e^-$.

Az oxidációs-redukciós részfolyamatok alapján három sztöchiometriai együtthatóhoz jutunk:



Az egyenletrendezést az anyagmérleg alapján kell befejeznünk:



Egyenletrendezés nem konvencionális oxidációs számokkal

Nézzünk néhány nem konvencionális megoldást! Mi történik például, ha azt mondjuk, hogy a S oxidációs száma legyen valamennyi vegyületében +6, azaz

ha $\text{H} = +1$, $\text{S} = +6$, $\text{Cu} = 0$ és $+2$,
akkor $\text{O} = -2$ és -3 .



Az oxidációs részfolyamat: $\text{Cu}^0 \rightarrow \text{Cu}^{+2} + 2e^-$,
a redukciós részfolyamat: $2\text{O}^{-2} \rightarrow 2\text{O}^{-3} - 2e^-$.

Az oxidációs-redukciós részfolyamatok alapján itt is az előbbi három együtthatót kapjuk:



A rendezett reakcióegyenlet megegyezik a konvencionális megoldással kapott reakcióegyenlettel!

Mi történik akkor, ha megengedjük, hogy a folyamatban a H oxidációs száma is változzék? Azaz

ha $O = -2$, $S = +4$,
akkor $H = +1$ és $+2$, $Cu = 0$ és $+4$.



Az oxidációs részfolyamat: $Cu^0 \rightarrow Cu^{+4} + 4e^-$,
a redukciós részfolyamat: $4H^{+2} \rightarrow 4H^{+1} - 4e^-$.

Az oxidációs-redukciós részfolyamatok alapján így négy együtthatót kapunk:



A teljesen rendezett reakcióegyenlet ismét megegyezik a konvencionális oxidációs számokkal rendezett egyenlettel!

Vizsgáljuk meg, hogy mi történik akkor, ha a Cu oxidációs számát vegyületében is 0-nak tekintjük, azaz

ha $O = -2$, $H = +1$, $Cu = 0$,
akkor $S = +4$, $+6$ és $+8$.



Az oxidációs részfolyamat: $S^{+6} \rightarrow S^{+8} + 2e^-$,
a redukciós részfolyamat: $S^{+6} \rightarrow S^{+4} - 2e^-$.

A folyamat tehát a kénre nézve egy diszproporcionálódás. Az oxidációs-redukciós részreakciókból most csak két együttható következik:



Talán mondanom sem kell, hogy az ilyen módon rendezett reakcióegyenlet is megegyezik a szokásos módon rendezettl!

Végül nézzük meg azt az esetet, amikor a Cu oxidációs számát vegyületében $+1$ -nek vesszük, azaz

ha $H = +1$, $O = -2$, $Cu = 0$ és $+1$,
akkor $S = +4$, $+6$ és $+7$.



Az oxidációs részfolyamatok: $(Cu^0 + S^{+6}) \rightarrow (Cu^{+1} + S^{+7}) + 2e^-$, a redukciós részfolyamat: $S^{+6} \rightarrow S^{+4} - 2e^-$.

Az oxidációs-redukciós részfolyamatokból most is csak két együttható következik:



Érvek és ellenérvek

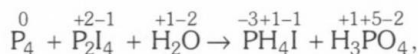
Hogy is van ez? A S oxidációs száma a kén-savban $+4$, sőt $+8$ is lehet? A H oxidációs száma $+2$ is lehet? Az O oxidációs száma pedig -3 is lehet? Vethetjük úgy, hogy a réz-szulfátban a Cu oxidációs száma $+1$, sőt 0? Ez a kémia megcsúfolása! Mi szükség van erre? Így elvesz az egésznek a kémiai értelme! Valószínűleg hasonló gondolatok kavarnak az olvasóban. Nos, az eljárás mentségére és a saját mentségemre a következőket tudom felhozni.

1. Ismeretes, hogy az egyenletrendezésnek többféle technikája [2] létezik. Ezek mind olyan matematikai eljárások, amelyek az anyagmegmaradás törvényén, esetleg a töltésmegmaradás elvén alapulnak, de nincs értelme ezeknek bármiféle kémiai tartalmat tulajdonítani. *Kémiai jelentése csak a rendezett reakcióegyenletnek van, de az egyenletrendezési eljárásnak nincs!*

2. Az előbbi példák is mutatják, hogy az egyenletrendezés nehézsége és az oxidációs-redukciós részfolyamatokból kapható sztöchiometriai együtthatók száma függ attól, hogy mely atomok oxidációs számának változását engedjük meg. Ennek tudatos felhasználásával könnyen rendezhetővé válnak olyan redoxi-egyenletek is, amelyek egyébként a szokásos oxidációs számokkal csak igen nehezen, az ún. részfolyamatokra bontás módszerével rendezhetők. Példaként bemutatok a nemzetközi és a hazai szakirodalomban is sokat elemzett

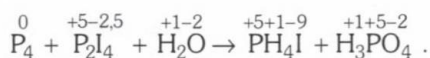


reakcióegyenletet. A szokásos oxidációs számokkal kezdve a rendezést



az oxidációs részfolyamatok: $\text{P}^0 \rightarrow \text{P}^{+5} + 5\text{e}^-$,
 $\text{P}^{+2} \rightarrow \text{P}^{+5} + 3\text{e}^-$,
 a redukciós részfolyamatok: $\text{P}^0 \rightarrow \text{P}^{-3} - 3\text{e}^-$,
 $\text{P}^{+2} \rightarrow \text{P}^{-3} - 5\text{e}^-$.

Így tehát egy kettős diszproporcionálódás-hoz jutunk, s ennek rendezése nem egyszerű feladat [2-8]. Mivel a problémát az okozza, hogy a P négy különböző oxidációs számmal fordul elő az egyenletben, ezért ennek megszüntetésére tételezzük fel, hogy a P oxidációs száma valamennyi vegyületében annyi, mint a foszforsavban, azaz +5:

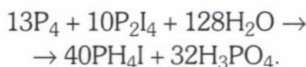


Az oxidációs részfolyamat: $\text{P}^0 \rightarrow \text{P}^{+5} + 5\text{e}^-$, a
 redukciós részfolyamat: $\text{I}^{-2,5} \rightarrow \text{I}^{-9} - 6,5\text{e}^-$.

Ezzel az eljárással egy egyszerű redoxi-egyenletté alakítottuk az előbbi kettős diszproporcionálódást. Az oxidációs-redukciós részfolyamatokból három együtthatót kapunk:



Az egyenletrendezést az anyagmérleg alapján befejezve, az együtthatókat egész számmá alakítva kapjuk a rendezett reakcióegyenletet:



3. Hangsúlyoznom kell, hogy ennek a cikknek a megírásával *nem azt akartam sugallni, hogy a nem konvencionális oxidációs számokat és a velük való egyenletrendezést tanítani kellene a középiskolában.* Hasznos lenne viszont bemutatni a *felsőfokú oktatásban* részt vevő hallgatónak, hogy megértsék, a szokásos oxidációs számok egy konvenció termékei, és a

redoxiegyenleteket egy másik konvenció alapján is lehet rendezni. Ugyanakkor a redoxi-egyenletek rendezésének kiterjesztése a nem konvencionális oxidációs számok használatára olyan új *problémátípusú feladatok* készítését teszi lehetővé, amelyek fejleszthetik a tanulók gondolkodásának rugalmasságát, a szokatlan megoldási módszerek iránti érzékenységét. Ilyen problémára példa a következő:

„Egy tanuló figyelmetlenül írta le kémiaórán a $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ redoxiegyenlet rendezésének lépéseit. A füzetében ugyanis csak annyi szerepel, hogy a hidrogén oxidációs száma mindig +1, az oxigén oxidációs száma mindig -2, a réz oxidációs száma mindig 0. Hogyan tudja ezek után megoldani a házi feladatát, azaz a $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$ redoxi-egyenlet rendezését?”

Irodalom

- [1] O. G. Ludwig: J. Chem. Educ. 73., 1996. 507.
- [2] Tóth Z. : Módszerek és eljárások. 9., KLTE Kémia Szakmódszertani Részleg, Debrecen, 1996. 128.
- [3] S. A. Carrano: J. Chem. Educ. 55., 1978. 382.
- [4] D. Kolb: J. Chem. Educ. 56., 1979. 181.
- [5] Soltész Gy. : Középiskolai Kémiai Lapok. 19., 1992. 12.
- [6] Tóth Z. : A kémia tanítása. II. évf., 2. szám, 1994.
- [7] M. E. Cardinali – C. Giomini – G. Marrosu: J. Chem. Educ. 72., 1995. 716.
- [8] M. E. Cardinali – C. Giomini – G. Marrosu: Educ. Chem. 1996. 51.

Dr. Sebestyén Attila – Málitsné Kocsis Gabriella

Újabb gondolatok a fullerénekről: szerkezeti kérdések, szimmetria-megfontolások, modellezési lehetőségek¹

Bevezetés

A bemutatott anyag az egyik társszerző, **Málitsné Kocsis Gabriella** szigorló angol-kémia tanárszakos hallgató diplomamunkája volt a Veszprémi Egyetem Tanárképző Karán 1995-ben.

Az elvégzett munka a célkitűzéseknek megfelelően többirányú volt. Az irodalmazás a rendkívül gazdag, bár alig több mint 10 éves tudományág kínálatában célirányosan szelektált és csupán a szerkezeti kérdésekre, szimmetriamegfontolásokra, stabilitással kapcsolatos vizsgálatokra és eredményekre irányult. E kérdések megértése nem nélkülözhetette elméleti eszközök, a pontcsoport-szimmetria módszerének ismeretét sem.

Több, a C_{60} -nál kisebb atomszámú hipotetikus (C_{20} , C_{24} , C_{26} , C_{28} , C_{30}), valamint tömegspektrometriásan igazolt (C_{32} , C_{34} , C_{36}), továbbá a C_{60} -nál nagyobb atomszámú (C_{76} -izomerek) szabályos fullerének szerkezetét, pontcsoport-besorolását vizsgáltuk meg. E molekulák közös tulajdonsága az, hogy mind-egyikben 12 darab C_5 -gyűrű található, s csupán a C_6 -gyűrűk számában különböznek egymástól (fullerén-homológok). Éppen ezért vár-

ható volt, hogy a két szabályos sokszögből felépülő molekulák tanulmányozása a HyperChem V3.0 molekulamodellező program segítségével számos érdekes összefüggést tár fel. A fullerén-molekulákon ezért molekulamechanikai módszerrel energiaminimalizálást és geometria-optimalizálást végeztünk. Egyetlen C -atomra, egyetlen C_5 - ill. C_6 -gyűrűre, valamint az irodalomban elemzett feszültségmentes, továbbá az elsőrendű és a másodrendű (természetes) feszültséget okozó atomcsoportokra vonatkozóan fajlagos energiákat számítottunk és hasonlítottunk össze. A számítások eredményei – összhangban a kísérleti tapasztalatokkal – azt mutatták, hogy növekvő szénatomszámmal nő annak valószínűsége, hogy feszültségmentes geometriák alakuljanak ki. Bizonyítható volt ez úton az az irodalmi megállapítás, hogy kisebb a feszültség azokban a szerkezetekben, ahol az első és másodrendű feszülésnek megfelelő konfigurációk kisebb számban fordulnak elő.

Elvégeztük a C_{60} -molekula, valamint a független C_5 - és C_6 -gyűrűk szimmetriaanalízisét. Ennek segítségével értelmezni tudtuk a C_{60} molekula sávszegény infravörös színeképét (a 174 normál-rezgésmódból mindössze 4 aktív az infravörös színeképben).

Egyszerű módszert mutatunk be a fullerének papírmmodelljének megépítésére, középiskolai szemléltetésére.

Irodalmi áttekintés

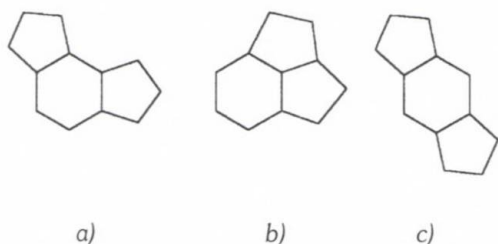
A gömbszerű C_{60} -molekula (a buckminsterfullerén) létezését már jóval előállítása előtt megjósolták [1-3], nagyobb mennyiségben azonban csak 1990-ben állították elő

¹ Ennek a cikknek az ad aktualitást, hogy a fullerénkel kapcsolatos kutatásaikért az 1996. évi kémiai Nobel-díjat három tudós nyerte el: Robert CURL (USA), Richard SMALLEY (USA) és Sir Harold KROTO (brit). Érdekes azonban, hogy Wolfgang KRÄTSCHMER kimaradt ebből a megtiszteltetésből, pedig vizsgálható grammnyi mennyiségben ő állított elő fullerént.

(Szerkesztőség)

Krätschmer és munkatársai [4]. A molekula szerkezetét röntgendiffrakciós úton Hawkins és munkatársai határozták meg 1991-ben [5]. Az ellipszoid alakú C_{70} -molekula szerkezetét ^{13}C -NMR spektroszkópiai módszerrel igazolták, és a színekép a várákozásnak megfelelően öt rezonanciajelet mutatott [6]. A fejlődést ezen a téren több összefoglaló közlemény megjelenése mutatja [7,8]. A fullerén-család C_{60} -nal homológ újabb tagjait különítették el és jellemezték Diederich és munkatársai [9], többek között a C_{76} -származékot, melynek szerkezete az előzetes várákázástól eltérően – a csaknem gömbszerű T_d tetraéderes szimmetriájú szerkezet helyett – D_{2h} -es pontcsoport-szimmetriájú, királis geometriának bizonyult a ^{13}C -NMR spektroszkópiai vizsgálatok alapján [10]. Nagyobb szénatomszámú fullerénekkal is találkozunk az irodalomban, közöttük a gömbszerű C_{540} összetételű [11], és a mikrocsoves szerkezetű [12] óriásfullerénekkal.

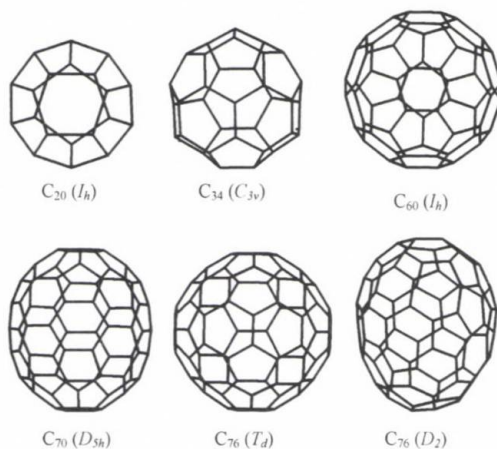
A szerkezet és a stabilitás kérdéseivel foglalkozik Kroto [13] és megállapítja, a fullerén-szerkezetekben minden szénatom mind a négy vegyértékével részt vesz, ötös és hatos gyűrűket alkotva, előnyösen zárt elektronhéj-szerkezettel ($60 + 6k$, $k > 1$ összetételben, páros szén-atom-számmal), minél szimmetrikusabb, a feszültségek egyenletes eloszlását biztosító konfigurációban. Az öt- és a hattagú gyűrűk egymáshoz viszonyított helyzetét, a fullerének szimmetriáját elemzi Boo [14]. A szerkezetben a) feszültségmentes, b) elsőrendű és c) másodrendű feszültséget okozó (természetes) konfigurációk fordulnak elő. Ezek száma és aránya határozza meg a fullerén-homológok stabilitását. E mikroszerkezetek molekulamechanikai vizsgálatát is célul tűztük ki e munkában.



Néhány fullerén-homológ modellezése

A diplomadolgozatban tizenegy fullerén-homológ modellezését végeztük el a HyperChem V 3.0 molekulamodellező program felhasználásával. Fullerén-homológoknak tekintjük Kroto nyomán [13] azokat a származékokat, amelyekben 12 darab C_5 -gyűrű mellett változatos számú C_6 -gyűrű fordul elő. A molekulagrafika és a 3D megjelenítés az alábbi származékokra a HyperChem MM+ molekulamechanikai erőterével készült (optimalizált szerkezetek): a) C_{20} , C_{24} , C_{26} és C_{30} hipotetikus fullerének (a legkisebb MS-módszerrel kimutatott fullerén a C_{32}), b) C_{32} , C_{34} , C_{36} MS-módszerrel kimutatott fullerének, c) C_{60} , C_{70} szabályos, és a C_{76} -izomerek.

Szemléltetésképpen a C_{20} , C_{34} , C_{60} , C_{70} és a C_{76} izomerek háromdimenziós ábráit mutatjuk be (1. ábra).



1. ábra

Energiaszámításokat végeztünk az említett fullerén-származékokra: a) teljes energia a molekula egészére (E_{tot}), b) egyetlen szénatomra jutó fajlagos energia (E_{1C}), c) a feszültségmentes konfigurációkra jutó fajlagos energia ($E_{\text{fesz.ment.}}$), d) az elsőrendű természetes konfigurációkra jutó fajlagos energia ($E_{1.r.konf.}$), e) a másodrendű természetes konfigurációkra jutó fajlagos energia ($E_{2.r.konf.}$).

A következő 1. táblázat az energiaértékek mellett a fullerének pontcsoport-besorolását, valamint az egyes származékokban a másodrendű feszültséget okozó konfigurációk számát is mutatja.

Molekula	Pont-csoport	E_{tot}	E_{1C}	$E_{\text{fesz.ment.}}$	$E_{1.r.konf.}$	$E_{2.r.konf.}$	másodrendű feszülts. száma
C_{20}	I_h	189,5	9,5				
C_{24}	D_{6d}	222,1	9,3		166,8		
C_{26}	D_{3h}	233,2	9,0		158,4	169,0	3
C_{28}	T_d	241,2	8,6		147,3	167,6	4
C_{30}	D_{Sh}	254,2	8,5		154,5	182,2	5
C_{32}	D_3	260,7	8,4		140,9	159,7	4
C_{34}	C_{3v}	272,3	8,0		140,6	160,1	4
C_{60}	I_h	267,6	4,5	83,6			0
C_{70}	D_{5h}	275,8	3,9	69,4		74,7	5
C_{76}	T_d	273,1	3,6	63,1		66,1	12
C_{76}	D_2 királis	287,9	3,8	66,7		70,5	4

1. táblázat
Fullerénszármazékok számított energiaértékei (kcal.mol⁻¹)
(HyperChem, MM+ molekulamechanikai erőter)

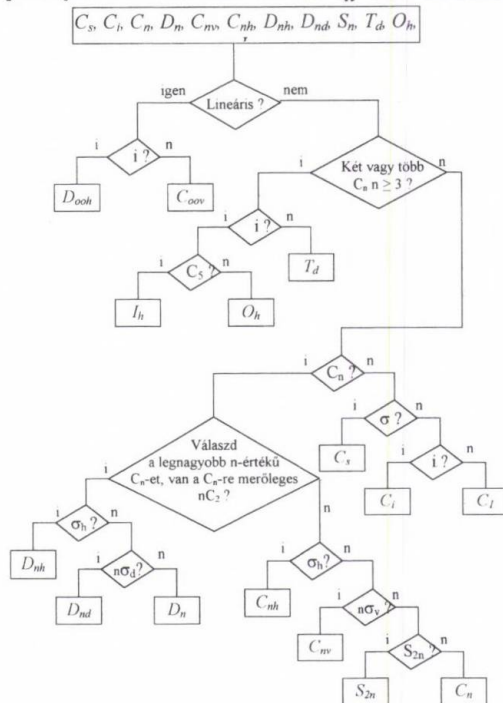
A táblázat adatainak elemzése alapján a következő megállapításokat tehetjük.

1. Az atomszám növekedtével nő az E_{tot} teljes energia és csökken az E_{1C} egy szénatomra jutó fajlagos energia, azaz csökken a feszültség a molekulában és nő a molekula stabilitása.
2. Adott molekulában a feszültséget okozó konfigurációk energiája a következők szerint változik: $E_{\text{fesz.ment}} < E_{1.r.konf.} < E_{2.r.konf.}$.
3. A C_{76} enantiomerpár esetében a T_d -es származék a kedvezőbb energiájú, a D_{2d} -es királis származékban viszont kevesebb a másodrendű feszültséget okozó konfiguráció száma. Ez utóbbi szerkezetet igazolják a ^{13}C -NMR-vizsgálatok [10]. A valószínűbb, tehát a nagyobb össz- és fajlagos energiák ellenére is stabilisabb az a szerkezet, amelyben a legnagyobb fajlagos energiájú másodrendű feszültséget okozó konfigurációk száma kisebb.

Néhány fullerén-homológ szimmetria-analízise

A molekulák a térszerkezetükben fellelhető szimmetriaelemek és szimmetriaműveletek alapján **szimmetria-pontcsoport**ba sorolhatók, az utóbbiak ugyanis matematikai csoportot alkotnak. A csoportelmélet eszközeivel (a pontcsoport-besorolás segítségével) a molekulák szimmetriafüggő spektroszkópai tu-

lajdonságai előre becsülhetők, ill. utólag értelmezhetők. E besorolást teszi lehetővé a következő logikai blokk-séma (a *Schönflies-féle* jelölésrendszerben) (2. ábra). A C_{60} -molekula példáján értelmezzük annak I_h **ikozaéderes**



2. ábra
Molekulák szimmetriacsoportjának
meghatározása [15]

pontcsoport-besorolását. A 3. ábra a C_{60} -molekula szerkezetét mutatja különböző nézetekben, amelyekben a szimmetriaelemek és hozzájuk tartozó szimmetriaműveletek könnyen felismerhetők.

A logikai blokksema alapján hasonlóképpen adhatók meg a vizsgált fullerénmolekulák szimmetria-pontcsoportjai (1. táblázat).



$i, 24 C_2, 24 S_{10}$

$20 C_2, 20 S_6$

$15 C_2, 15 \sigma$

3. ábra

$A_{C_{60}}$ -molekula szimmetriaműveletei

A C_{60} -molekula **infravörös színeke** 4 aktív sávot tartalmaz, jóllehet a molekulának 174 rezgési szabadsági foka van. A sávszegény színeke a C_{60} -molekula rezgésmódjainak szimmetriaanalízisével értelmezhető. A következő 2. táblázat tartalmazza mindazokat az adatokat – az I_h ikozaédres pontcsoport karaktértáblázatát (az irreducibilis reprezentáció χ_R^γ karaktereit), a $3N - 6 = 174$ rezgési szabadsági fok, azaz a

normál rezgésmódok $\chi_R^{\Gamma=3N-6}$, a C_5 - és C_6 -gyűrűk rezgéseinek $\chi_R^{\Gamma=12C_5}$ és $\chi_R^{\Gamma=20C_6}$ reducibilis reprezentáció karaktereit –, amelyek segítségével csoportelméleti úton levezetett egyszerű összefüggés alapján meg tudjuk határozni az a_i^γ lineáris kombinációs együtthatókat, azaz a rezgésmódok Γ szimmetriaszerkezetét. Más szavakkal: ezúton ismerjük meg a szimmetria-pontcsoport azon alcsoportjait, amelyekbe a molekula rezgésmódjai szimmetriasajátságaiak szerint besorolódnak. A kiválasztási szabályok segítségével ezek alapján tudjuk eldönteni, mely rezgésmódok az infravörös színekeben, melyek a Raman-színekeben megengedettek, aktívak. Infravörös-aktívak azok a rezgésmódok, amelyek a translációt is magába foglaló szimmetria-alcsoportban (specieszben) jelennek meg. Ilyen speciesz az I_h pontcsoportban egyetlen van, az F_{1u} alcsoport, amely 4 rezgésmódot tartalmaz, csak ezek lesznek aktívak (megengedettek) az infravörös színekeben. Ezek a rezgésmódok a $12C_5$ - és a $20C_6$ -gyűrű rezgésmódjaiból kombinálódnak, tevődnek össze itt tovább már nem részletezett módon.

I_h	E	$12C_5$	$12C_5^2$	$20C_3$	$15C_2$	i	$12S_{10}$	$12S_{10}^3$	$20S_6$	15σ	$a_{C_5}^\gamma$	$a_{C_6}^\gamma$	a_{3N-6}^γ	akt.
A_g	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	Ra
F_{1g}	3	$(1+\sqrt{5})/2$	$(1-\sqrt{5})/2$	0	-1	3	$(1-\sqrt{5})/2$	$(1+\sqrt{5})/2$	0	-1	0	0	3	
F_{2g}	3	$(1-\sqrt{5})/2$	$(1+\sqrt{5})/2$	0	-1	3	$(1+\sqrt{5})/2$	$(1-\sqrt{5})/2$	0	-1	0	1	4	
G_g	4	-1	-1	1	0	4	-1	-1	1	0	1	2	6	
H_g	5	0	0	-1	1	5	0	0	-1	1	2	2	8	Ra
$\chi_R^\gamma A_u$	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	1	
F_{1u}	3	$(1+\sqrt{5})/2$	$(1-\sqrt{5})/2$	0	-1	-3	$-(1-\sqrt{5})/2$	$-(1+\sqrt{5})/2$	0	1	1	1	4	Ir
F_{2u}	3	$(1-\sqrt{5})/2$	$(1+\sqrt{5})/2$	0	-1	-3	$-(1+\sqrt{5})/2$	$-(1-\sqrt{5})/2$	0	1	1	2	5	
G_u	4	-1	-1	1	0	-4	1	1	-1	0	1	2	6	
H_u	5	0	0	-1	1	-5	0	0	1	-1	1	3	7	
$\chi_R^{\Gamma=C_5}$	30	0	0	0	2	0	0	0	0	4				
$\chi_R^{\Gamma=C_6}$	54	-3,236	1,236	0	2	0	0	0	0	4				
$\chi_R^{\Gamma=3N-6}$	174	-3,236	1,236	0	2	0	0	0	0	4				

2. táblázat

$A_{C_{60}}$ -molekula rezgésmódjainak szimmetriaanalízise, ahol

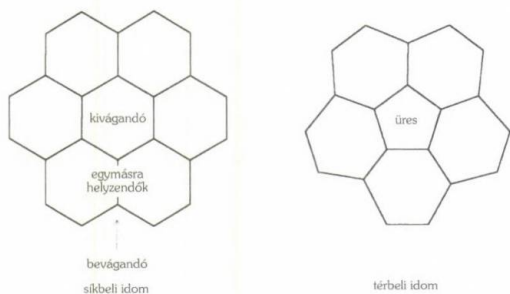
$$a_i^\gamma = \frac{1}{g} \sum_R \chi_R^\gamma \chi_R^\Gamma \quad g = 120 \quad (a \text{ pontcsoport rendje, azaz a szimmetriaműveletek száma});$$

R a szimmetriaműveletek általános szimbóluma,

$$\Gamma_{3N-6=174} = 2A_g + 3F_{1g} + 4F_{2g} + 6G_g + 8H_g + A_u + 4F_{1u} + 5F_{2u} + 6G_u + 7H_u$$

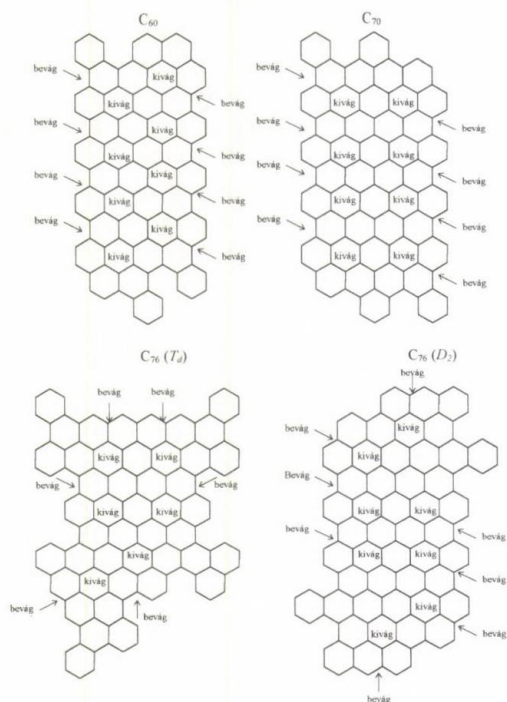
$$\Gamma_{12C_5} = A_g + G_g + 2H_g + F_{1u} + F_{2u} + G_u + H_u$$

$$\Gamma_{20C_6} = A_g + F_{2g} + 2G_g + 2H_g + F_{1u} + 2F_{2u} + 2G_u + 3H_u$$



4. ábra

Módszer a fullerén-szerkezetek modellezésére papírból



5. ábra

A C_{60} , C_{70} , C_{76} (T_d), C_{76} (D_2 , királis) szerkezeti papírmoddelljeink „szabásmintái”

A kivág-gal jelölt hatszögek kivágandók, a bevág-gal jelölt oldalak egy kötéshossz távolságra bevágandók.

Fullerén-szerkezetek modellezése papírból

A fullerének szerkezetének számítógépes modellezése nem minden középiskolában végezhető el a programcsomag viszonylag magas ára miatt. Ugyanakkor ezek a molekulák mint a szén mesterséges módosulatai, részévé kell hogy váljanak a középiskolai kémia tananyagának. E szerkezetek papírmodellezésére olcsó módszert kínál Beaton a *J. Chem. Ed.* hasábjain [16]. Ennek részleteit foglalja össze és ad mintát a modellezésre a következő 4. és 5. ábra.

A 4. ábra azt mutatja meg, hogyan lehet hatszögű idomok sík-hálózataiból egy ötszöget öt hatszoggal körülvevő térbeli idomot készíteni.

Az 5. ábra a fenti módszer felhasználásával „szabásmintákat” kínál több fullerén-homológ (C_{60} , C_{70} , $C_{76}(T_d)$, $C_{76}(D_2)$, királis) szerkezete papírmoddelljének elkészítéséhez.

Irodalom

- [1] Jones, D. E. H., *New Scientist*. 1966. (Nov. 3.), 245
- [2] Osawa, E., *Kagaku*. 1970. 25., 854
- [3] Kroto, H. W. – Heath, J. R. – O'Brien, C. – Curl, R. F. *Nature*. 1985. 318., 162
- [4] Krätschmer, W. – Lamb, L. D. – Fostiropoulos, K. – Huffman, D. R., *Nature*. 1990. 347., 354
- [5] Hawkins, J. M. – Meyer, A. – Lewis, T. A. – Loren, S. – Hollander, S. R., *Science*. 1991. 252., 312
- [6] Ajie, H. – Alvarez, M. – Anz, S. J. – Beck, R. D. – Diederich, F. – Fostiropoulos, K. – Huffman, D. R. – Krätschmer, W. – Rubin, Y. – Schriver, K. E. – Sensharma, D. – Whetten, R. L., *J. Phys. Chem.* 1990. 94., 8630
- [7] Stoddart, J. F., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1991. 30., 70
- [8] Diederich, F. – Whetten, R. L., *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 1991. 30., 678
- [9] Diederich, F. – Ettl, R. – Rubin, Y. – Whetten, R. L. – Beck, R. – Alvarez, M. – Anz, S. – Sensharma, D. – Wudl, F. – Khemani, K. C. – Koch, A., *Science*. 1991. 252., 548
- [10] Ettl, R. – Chao, L. – Diederich, F. – Whetten, R. L., *Nature*. 1991. 353., 149
- [11] Kroto, H. W. – Allaf, A. W. – Balm, S.P., *Chem. Rev.* 1991. 6., 1213
- [12] Cox, D. M. – Gorun, S. M., *J. Am. Chem. Soc.* 1991. 113
- [13] Kroto, H. W., *Nature*. 1987. 329., 529
- [14] Boo, W. O. J., *J. Chem. Ed.* 1992. 69., 605
- [15] Bishop, D. M.: *Group Theory and Chemistry*. Clarendon Press, Oxford, 1973. pp. 46)
- [16] Beaton, J. M., *J. Chem. Ed.* 1992. 69., 610

Fürstné dr.Kólyi Erzsébet – Dr. Tejfalussy (Sido) András

Szervezetünk kálisó-háztartása avagy „ingatlankiürítő neutronbomba” helyett „neuronbomba”?

Napjainkban újból egyre több szó esik szervezetünk egészségi állapotáról, a talaj szennyező és hasznos anyagairól, az élelmiszerek életfenntartó és károsító szerepéről. A Falurádió szeptember 18-i adásában, valamint a televízió Napközben adásában egyaránt szót ejtettek a fémionok szerepéről, így a **káliumionokról** is.

Égészségünk és környezetünk élővilágának védelmében nem árt ha tudjuk, hogy hazánkban minden várakozáson alul alakul az átlagos élethossz, miközben folytonosan a „betegség-megelőzésre” tett intézkedéseket hangsúlyozzák. Kérdés, hogy helyesek voltak-e ezek az intézkedések, vagy talán éppen ellenkezőleg? Példaként az egyik hazai intézkedést, az átlagos káliumion-bevitelt elemezzük, a „közzétett közegészségügyi célkitűzések”, valamint az azok alapjául szolgáló klinikai mérési eredmények **TÉNYSZERŰ** szembesítésével.

A hivatalos célkitűzések és intézkedések

Az átlagos káliumbevitel világszerte napi 2–8 gramm között mozog. Magyarországon ez az ajánlás 3–3,5 gramm. „Egyes közlemények szerint egy 70 kg testtömegű ember 70 gramm káliumot, vagy ennek megfelelő 133 gramm kálium-kloridot fogyaszthat el egy nap, mérgezés veszélye nélkül, mert ennyi káliumot is könnyen és gyorsan eltávolít vizeletkiválasztáskor a veséje”. Az International Life Sciences Institute, European Branch 1990-ben közzétett állásfoglalása szerint az ajánlott káliumbevitel-

nek célszerűen azonosnak kell lennie a ténylegesen elfogyasztott nátriumbevitellel, szerintük az ajánlott nátriumbevitel 2–3 gramm/nap és ehhez a káliumbevitel 3,9 gramm/nap, illetve az Országos Élelmezési- és Táplálkozástudományi Intézet (OÉTI) szerint a nátrium-kálium beviteli aránya akkor kedvező, „ha a hányados egy alatt van” és javasolja a lakosságnak, hogy „káliumgazdag” táplálékot fogyasszon, „a magasvérnyomás-betegség megelőzése érdekében”. Ehhez kétféle káliumos sóot hozott forgalomba: a **REDI-só**t, amelynek az összetétele:

kálium-klorid 55 %,
kálium-citrát 43 %,
magnézium-glutamát 2 %,

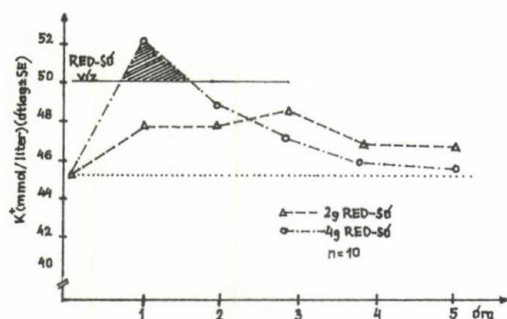
azaz 1 gramm ilyen só elfogyasztása 0,443 g káliumion bevitelét jelenti. Ezt a készítményt az OÉTI 1983-ban „gyógytápszerként” törzskönyveztte. Törzskönyvi száma: 20. A feliratai szerint „6–10 grammig gyógytápszerként hat”. A másik káliumsó 100 grammonként 24 gramm nátriumiont és 25 gramm káliumiont tartalmaz.

A növényeket kálisóval is „trágyáztatják” a Mezőgazdasági és Élelmezésügyi Minisztérium Növényvédelmi és Agrokémiai Központja javaslatára alapján. Emiatt a zöld élelmiszer-növények káliumtartalma a csak a talaj által szolgáltatott káliummal táplálkozásunkhoz képest 4–5-szörösére nő.

A hivatalos álláspont szerint „a kálium fogyasztását ehhez képest nem korlátozni, hanem tovább növelni célszerű” a jelenlegi hivatalos OÉTI-s és népjóléti minisztériumi (miniszteri) álláspont szerint [1].

A klinikai mérések

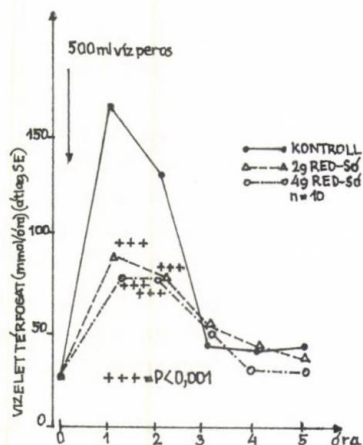
Az OÉTI-től kikértük a REDI-só klinikai kísérleti dokumentációját (állampolgári jogon). A szérumban káliumszintje **10 egészséges emberből 10-nél** meghaladta az 5 mval/litert, kb. 1 órán át, ha 4 gramm REDI-só oldatát itatták velük [2].



1. ábra

Szérumban káliumszint-változások „REDI-só” terhelés ideje alatt

(A Pécsi Orvostudományi Egyetem 1. Számú Belklinika mérése: 4111/84. OÉTI [8])



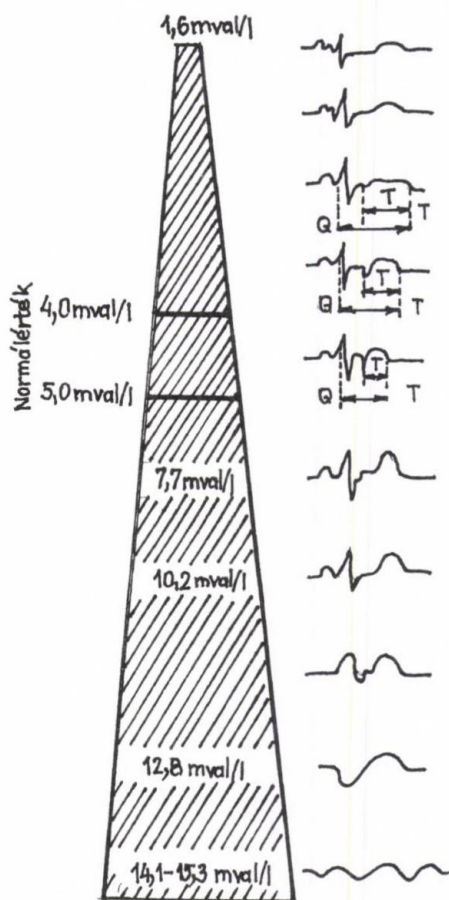
2. ábra

Vizeletkiválasztás a „REDI-só”-terhelések ideje alatt.

A vizelet kiválasztása a REDI-só különböző dózisainak alkalmazása után egészséges felnőtteken [8].

Ez a szérumban káliumszint már általános káliumos vérmérgezést jelent, amely általános izomgyengeséget, mozgáskoordinációs zavarokat okoz, hallucinogén hatású és valamennyi sejtnek durván megzavarja az anyagcseréjét. Pl. eltorzítja a szívösszehúzódásért felelős impulzust, s ez 7–10 mval/literes szint felett halált (szívmegállást) is okoz. A káliumszint növelésével az EKG-impulzusok növekvő torzulást a mellékelt tankönyvi diagram mutatja [3].

A mérgezés oka, hogy ha 2–4 grammnál több a (fél liter) megivott víz káliumion-tartalma, a veseműködés (10 egészséges emberből minimális eltéréssel 10-nél!) felére romlik, és vízvisszatartás is bekövetkezik miatta [4].



3. ábra

A kálium/mval/liter/érték változása és az EKG [8]

Amikor a klinikán (egészséges emberek) „tablettában ettek” kálisót (kálium-chlorátumot, K-R tablettát), kb. 2,56 grammot, ami kb. 8 óra alatt szívódott fel, 6 emberből 5-nek voltak töle gyomorfájdalmi, egynél pedig gyomornyálkahártya-eróziót diagnosztizáltak (1983-ban, a **KÁLIUM-R** tabletta hatásainak a klinikai vizsgálatánál) [5].

A vesék útján káliumtúlادagolás nélkül kb. napi 35 mmol távozik, azaz mintegy 0,7 gramm, ami a felszívódási veszteség (5–10 %) figyelembevételével is 0,8 grammal pótolható [2].

Egyéb hazai klinikai vizsgálatok alapján sem volt a káliumtúlادagolás „vényomás-csökkentő” hatása igazolható, de amikor napi 2–4 gramm REDI-sót evett négy (enyhén) veseleziós beteg, belőlük három a kísérlet 3–6. napja között súlyos káliummérgezést (extrem hyperkalaemiát) szenvedett (1984) [6].

A szokásos vegyes táplálékkal mindig káliumion-többletbevitel történik a tényleges veszteséghez képest, még akkor is, ha nem „trágyáztak” kálisóval, illetve nem „sózta” kálisóval.

A különböző műtrágyák kombinációinál – az alapos hatásellenőrző méréseink szerint – a kálisó megmérgezi a növényeket és emiatt 5–10-szeres nitrogén-, foszfor- és növényvédőszer-felhasználás „szükséges” ugyanannyi növényi termék előállításánál, mint a kálisó nélküli helyes trágyázásnál, amely a talaj kötött káliumkészletét (2–3 %) hasznosítja! Ezért pl. az USA kb. tizedannyi fajlagos műtrágya-felhasználással állította elő a burgonyát, mint Magyarország (1976–85-ben). [7] és a kínai, a török, arab, illetve a perzsa területeken szinte egyál-

talán nem használnak kálisót talajtrágyaként („műtrágyaként”). Ezek a mérések azt tanúsítják, hogy **„túl van adagolva a kálium!”**

Új tankönyveinkben – a NAT közös követelményeit (környezetvédelem) is figyelembe véve – a kálium hasznossága mellett veszélyeire is fel kell hívunk tanítványaink figyelmét, különösen a közkedvelt Coca-Cola túlادagolt káliumion-mennyiségére és túlzott fogyasztásának veszélyeire. Az izgatott, rosszul alvó gyerekek „ideges” viselkedésére figyeljünk oda, mert túl sok kolát fogyasztanak.

Irodalom

- [1] Dr. Surján László miniszter 343/8/93. sz. 1993. febr.19-i „állásfoglaló levele”.
- [2] [4] és [6] Országos Élelmezési és Táplálkozástudományi Intézet (REANAL) REDI-só engedélyezési dokumentáció, ad. 4111/84.
- [3] Varga, P. és tsi.: Az intenzív betegápolás elmélete és gyakorlata. Medicina, Budapest, 1977. 191–193. old.
- [5] „Kálium R tabletta, klinikai összefoglaló jelentés”. Pécsi Orvostudományi Egyetem, 1983.
- [7] Nemzetközi Statisztika. KSH, 1989.
- [8] Bíró György: Tápanyag táblázatok. Medicina, Bp., 1988. 227. old.
- [9] Dr. Mózsik Gyula: Klinikai-táplálkozástudományi és dietikai vizsgálatok „Redi-sóval”. Pécsi Orvostudományi Egyetem 1. Sz. Belsőgyógyászati Klinika 1985.

Bódi József – Magyarfalvi Gábor – Nagy Attila

Beszámoló az 1995/96. évi OKTV harmadik, laboratóriumi fordulójáról (II. kategória)

I. feladat

A számozott kémcsövekben három, szervesetlen anyagokból álló porkeveréket talál. Állapítsa meg, hogy az egyes keverékek a lehetséges vegyületekből melyeket tartalmazzák és melyeket nem! A lehetőségek:

1. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, AgNO_3 , $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
 NH_4NO_3 , $\text{NiCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
2. ZnO , KI , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, BaSO_4 , MnO_2 , Mg
3. CaCO_3 , NH_4I , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, TiO_2 ,
 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

A feladathoz desztillált víz, $2 \text{ mol/dm}^3 \text{ HCl}$ -, $2 \text{ mol/dm}^3 \text{ HNO}_3$ -, $2 \text{ mol/dm}^3 \text{ NH}_3$ -, $2 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$ -oldat, indikátpapír, kémcsövek és Bunsen-égő áll a rendelkezésére.

Rögzítse részletesen kísérleti észleléseit! Minden következtetést (pozitívát és negatívát is) indokoljon – ahol lehet – reakcióegyenlettel!

A feladat elvégzésére egy óra áll rendelkezésére.

Megjegyzés: A következő feladatban is az egyik keveréket vizsgálja, ezért jegyezze fel az eredményét! A porkeverékekből egyszerre csak kis részleteket vizsgáljon! Ebben a feladatban csak ennyi áll a rendelkezésére. Ha még kér, az pontlevonással jár. A kémcsöveket menet közben elmosogathatja, de egy csapnál egyszerre csak egy fő dolgozhat.

II. feladat

Határozza meg a 3. számú, kétkomponensű porkeverék összetételét! Válaszaiban ne felejtse el reakcióegyenleteket felírni!

Eljárás: A számozott Erlenmeyer-lombikban levő $0,7000 \text{ g}$ keverékhez pipetázzon óvatosan

$20,00 \text{ cm}^3$ $1,059 \text{ mol/dm}^3$ sósavoldatot, majd készítsen belőle $100,0 \text{ cm}^3$ törzsoldatot! A törzsoldatból titráljon meg $10,00 \text{ cm}^3$ -eket $0,1092 \text{ mol/dm}^3 \text{ NaOH}$ -oldattal! Használjon két-két csepp keverék indikátort! (Savas közegben lila, lúgosban zöld színű, a kékesszürke átcsapási szín 5,4-es pH-t jelez.)

Először végezzen néhány próbamérést!

A három éles mérésnél a végpont előtt kb. $0,4 \text{ cm}^3$ -rel adjon az oldathoz 25 cm^3 $0,5 \text{ M}$ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -oldatot! A tioszulfátionok komplexet alkotnak a jelen levő nehézfémionnal. A mérés eredményei alapján mit okoz a tioszulfát adagolása és miért? Miért használjuk a tioszulfátot?

Miért nem a titrálás elején adjuk az oldathoz a tioszulfátot?

Mi a kapott minta tömegszázalékos összetétele?

Becsülje meg mérései alapján a jelen levő hidratált nehézfémion savi disszociációs állandóját!

A feladat elvégzésére másfél óra áll rendelkezésére.

III. feladat

Hét db számozott üvegben egyenként a következő szerves anyagok találhatók: répacukor, gyümölcscukor, burgonyakeményítő, zselatin, szorbit (redukált szőlőcukor: $\text{HOCH}_2(\text{CHOH})_4\text{CH}_2\text{OH}$), paraformaldehid, PVC. Határozza meg, hogy az egyes üvegek a felsoroltak közül mely-mely anyagot tartalmazák! Az azonosításhoz az ismeretleneken kívül desztillált vizet, 10%-os NaOH -oldatot, $0,27 \text{ M}$ CuSO_4 -oldatot, 2 M HCl -oldatot, valamint univerzál indikátpapírt használhat. Melegi-

téshez Bunsen-égő valamint vízfürdő, a kémcsőreakciókhoz 16 db kémcső áll rendelkezésére, amelyeket elmosás után újra használhat. Törekedjen arra, hogy minden ismeretlent legalább egy pozitív reakciójával azonosítsa. Ne feledje, hogy a Fehling-próbához lúgos közegben, komplex formájában oldott $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -ot használnak reagensként! Vegye figyelembe, hogy a szerves kémiai reakciók legtöbbször hosszabb időt igényelnek, ezért egyes esetekben 3 perces reakcióidőre is számíthat.

Jegyzőkönyvében jegyezze fel az azonosítás menetét, az ismeretlenek vizsgálata során tapasztalt jelenségeket és magyarázza meg azokat! A jegyzőkönyv végén összegezze, hogy az egyes üvegek melyik anyagot tartalmazták!

Balesetvédelem: A vizes oldatok melegítéséhez lehetőleg vízfürdőt alkalmazzon. Amennyiben **vizes oldatot nyílt lángon** kíván forralni, a hevítés közben a kémcső tartalmát **üvegbottal kevergesse**, így megakadályozhatja az oldat túlhevülését, és a forró folyadék hirtelen kifröccsenését. **A kémcső száját sose irányítsa maga és társai felé!**

Megoldás és értékelés

I. feladat

Minden versenyző ugyanazt a három mintát kapta. A munkához egy óra állt a rendelkezésükre. A következőkben bemutatunk egy-egy lehetséges gondolatmenetet.

Az 1. minta összetétele: AgNO_3 , $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, NH_4NO_3 .

A por nem színes. $\Rightarrow \text{NiCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ nincs benne.

Savval pezsgés nem tapasztalható. $\Rightarrow (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ sincs.

Vízzel nem ad tiszta oldatot. A csapadék csak AgCl lehet, ezt az is alátámasztja, hogy NH_3 oldja a csapadékot. Tehát AgNO_3 és $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ is van.

NaOH -dal melegítve NH_3 fejlődik, a nedves indikátorpapír a kémcső szájánál lúgos kémhatást mutat. Van NH_4NO_3 is.

A 2. minta összetétele: ZnO , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Mg . Szürke por (MnO_2 és/vagy Mg van benne).

Vizet hozzáadva szürke anyag marad vissza (BaSO_4 és/vagy ZnO is van).

Salétromsavban lassan, pezsegve feloldódik maradék nélkül.

BaSO_4 és MnO_2 nem lehet. ZnO és Mg van a keverékben.

Sósavban nem oldódik teljesen, csapadék – PbCl_2 – képződik. $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ is van.

KI nincs, különben oldáskor sárga PbI_2 csapadék keletkezne.

A 3. minta összetétele: CaCO_3 , $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Savban pezsegve maradék nélkül feloldódik. CaCO_3 van, TiO_2 nincs.

A por színe zöldes, a savas oldat halványkék, ammóniával mélykék színeződést ad $\Rightarrow \text{CuCl}_2$.

A savas oldatból NaOH -dal halványkék csapadék válik le, színe állandó. CaSO_4 -csapadék sem jelentkezett. $\Rightarrow \text{FeSO}_4$ nincs.

A CuCl_2 mellett KI nem lehet. Különben CuI -csapadék és barnás I_2 keletkezne oldáskor.

A feladat 16 pontot ért, ehhez a felsorolt 16 anyag mindegyikéről be kellett bizonyítani 1–1 pontért, hogy szerepel-e a keverékben vagy sem. 0,5 pontot ért, ha a helyes gondolatmenethez téves észlelés társult. Az eredmények egyenletesen oszlottak el a legjobb, 15 pontos és a leggyengébb, 3 pontos között. Az átlagos pontszám 8,2 volt. Legnehezebbnek a 2. minta bizonyult, ezzel boldogultak a legkevesebben, de az egyes összetevők jelenlétét itt is többen be tudták bizonyítani. Egyik diáknak sem jutott az az eszébe, hogy a Mg fém redukálhatja a jelen levő ólomsót és ez magyarázza azt, hogy a fémpor oldódása salétromsavban jóval lassabb a várhatónál. Jó néhány versenyzőnél hiányzott az észlelések és a gondolatmenet világos, logikus rögzítése.

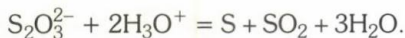
II. feladat

A sav-bázis-titrálással a keverék CaCO_3 -tartalma (60,00 %) volt meghatározható – a porkeverék oldásához használt sósav feleslegét titrálták vissza NaOH -dal a diákok. A keverék réz-klorid-tartalma zavarja ezt a mérést, mivel a hidratált rézionok is savasan hidrolizálnak.



Tioszulfátoldatot adva a törzsoldathoz kisebb fogyás volt tapasztalható. Ennek oka az,

hogy a rézionok tioszulfato komplexet képeznek és hidrolízisük visszaszorol. Így kiküszöbölhető a túlfogyás, csak a sósav fogyasztja a titráló oldatot. A titrálás elején, az erősen savas oldathoz adva a tioszulfátoldatot, az elbomlana.



A hidratált rézion savi disszociációs állandója a következő:

$$K_{\text{sav}} = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]}{[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_6^{2+}]}$$

A képletben minden koncentráció megbecsülhető, ha a közelítő titrálás ekvivalenciapontját tekintjük. A pH az indikátor átcsapási pH-ja. A tioszulfát nélkül végzett méréseknél a túlfogyás a monohidroxo komplex képződésére fordítódik, tehát a két mérés közti fogyáskülönbségből kiszámítható ezen ion anyagmennyisége az oldatban. A porkeverék összetételéből kiszámítható az összes réz mennyisége is.

Ebben a részfeladatban is 16 pontot szerezhetek a versenyzők, ebből 10 pontot ért a mérési pontosság. Maximális pontot 1 % hibán belül lehetett szerezni, ezen a határon kívül minden 0,5 % hiba 1 pont levonását vont maga után. Jól sikerültek a mérések, az átlagos pontszám 7,1 lett.

A keverék összetételének helyes kiszámításáért, a kérdések megválaszolásáért és a disszociációs állandó megbecsüléséért is 2-2 pont járt. A számolás és a kérdések nem jelentettek általában problémát, csak az utolsó részfeladat bizonyult nehéznek. Erre teljes válasz nem érkezett, bár a megoldáshoz szükséges minden részeredményre többen is rájöttek.

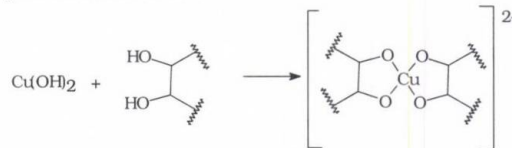
III. feladat

A kiadott anyagok azonosítását több, elvileg egyenértékű úton lehet elvégezni. Az alábbiakban az azonosítás egyik lehetséges és talán leggyorsabb menetét közöljük.

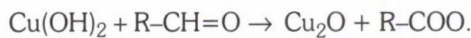
A felsorolt anyagokat desztillált vízben való oldhatóságuk alapján három csoportba oszthatjuk, és a csoportokon belül egyszerű kémiai kimutatási próbákkal tudjuk az ismeretleneket egyértelműen azonosítani. Oldhatósági próbát végzünk desztillált vízzel.

1. Oldódnak: gyümölcscukor, répacukor, szorbit.

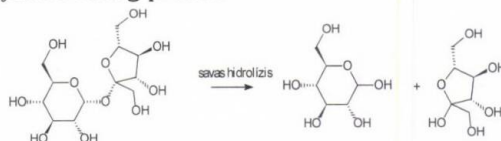
NaOH-dal leválasztunk $\text{Cu}(\text{OH})_2$ csapadékot, amelyet mindhárom polialkohol típusú vegyület sötétkék színű komplex formájában oldatba visz.



Vízfürdőn melegítve csak a gyümölcscukor redukálja a $\text{Cu}(\text{II})$ -t vörös színű Cu_2O -csapadék kiválása közben, mert lúgos közegben a nem redukáló gyümölcscukor szőlőcukorra izomerizál, amely már adja a Fehling-próbát. Első meghatározott anyagunk: gyümölcscukor.



A répacukor nem redukáló diszaharid, amely savas közegben melegítve szőlőcukor és gyümölcscukor elegyére hidrolizál. A maradék két vízdoldható anyagot HCl-val vízfürdőn melegítjük (kb. 1 perc), majd NaOH-dal lúgosítjuk, és a fent leírt módon elvégezzük a „Fehling-próbát”. Pozitív reakciót ad: répacukor, mert a hidrolízis során keletkező monoszaharidok adják a Fehling-próbát.



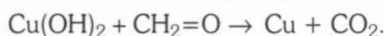
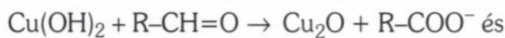
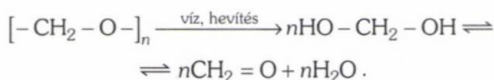
Nem ad csapadékot a szorbit, mert nincs redukáló aldehidcsoportja, és a kísérleti körülmények között nem is keletkezhet.

2. Vízben csak melegítés hatására oldódik a keményítő, a zselatin és a paraformaldehid.

A keményítő opálos koloid oldatot képez, a zselatin nem túl híg oldata hűtés hatására gélessé válik, esetleg teljesen bekocsonyosodik, a por alakú paraformaldehid pedig vízzel való forralás hatására depolimerizálódik, és formaldehidszagú valódi oldat keletkezik belőle. Mindezen ismervek alapján már gyanakodhatunk az egyes üvegek tartalmára, és csak az egyértelmű kémiai reakcióval történő kimutatás van hátra.

Tapasztalhattuk, hogy a szorbit kitűnően oldja a lúggal leválasztott $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -csapadékot, de nem redukálta azt, ezért a szorbittal helyettesíteni tudjuk a Fehling-II-oldatot. A vizsgálandó oldattal a „Fehling-próbát” a következőképpen végezzük el: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -csapadékot választunk le NaOH -dal, majd a már azonosított szorbit oldatával feloldjuk. Az így kapott „Fehling”-reagens oldatot adjuk az előkészített ismeretlen oldathoz, és vízfürdőn melegítjük. 1–2 perc eltelte után jelenik meg a vörösesbarna csapadék és ezzel egy időben gáz is fejlődik, ami a kémcső szájába tartott égő gyufaszálat eloltja. Mindezek a paraformaldehidre jellemző reakciók.

Magyarázat: A formaldehid redukálja a $\text{Cu}(\text{II})$ -t, és Cu_2O válik le. Mivel a keletkező hangyasav szintén erős redukálószer, a redukció tovább is megy, miközben fém réz válik ki, és CO_2 gáz szabadul fel.



Tudjuk, hogy a keményítő szőlőcukoregységekből, 1–4 és 1–6 glikozidos kötésekkel épül fel. A keményítő molekulái redukáló véggel rendelkeznek, ezek koncentrációja azonban elég alacsony a keményítő vizes oldatában. A keményítő ily módon nem, vagy csak eléggé tömény oldatban ad pozitív Fehling-próbát, valamint a $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -ot sem oldja. Savas hidrolízissel azonban – hasonlóan a répacukorhoz – a keményítő glikozidos kötései hasadnak, és újabb redukáló végek szabadulnak fel, végeredményben pedig szőlőcukor keletkezik, amely adja Fehling-próbát. A vizsgálandó anyagunkat HCl -val vízfürdőn melegítjük (kb. 1 perc), majd NaOH -dal lúgosítjuk. „Fehling”-reagenst a paraformaldehid kimutatásánál leírtak szerint készítünk, majd a kapott reagens oldatot adjuk az előkészített ismeretlen oldathoz, és vízfürdőn melegítjük. Vörös Cu_2O -

csapadék megjelenése igazolja a keményítő jelenlétét.

(Megjegyzés: Hosszabb hidrolízisidő (> 3 perc) esetén a keményítő olyan mértékben degradálódik, hogy az oldat teljesen kitisztul, és a keletkezett lúgosított hidrolízistermék maga is oldja a $\text{Cu}(\text{OH})_2$ -csapadékot. Ilyenkor a próba elvégzéséhez nincs szükség a szorbit mint komplexképző hozzáadására sem. Helyes eredményre vezet az is, ha a répacukrot alkalmazzuk komplexképzőként, hiszen lúgos közegben ez sem hidrolizál, és nem ad pozitív Fehling-reakciót.)

Ha a vizsgálandó anyagot NaOH -dal vízfürdőn melegítjük, és a távozó gőzök kémhatása lúgos, ez N -tartalmú szerves anyagra utal, ami az ismeretlenek közül a *zselatin*. A zselatin fehérje, ami (hasonlóan a tojásfehérjéhez) adja a biuret reakciót. Ha az ismeretlen anyagot NaOH -ban oldjuk, majd a kapott oldathoz kevés CuSO_4 -oldatot adunk, lila színeződést tapasztalunk. A pozitív biuret reakció jelzi a fehérje jelenlétét.

3. Az egyetlen vízben oldhatatlan anyag tehát a PVC. Jellemző azonosító reakciója: a vizsgálandó anyagot száraz kémcsőben nyílt lángon hevítjük. A kémcső szájához nedves indikátorpapírt közelítünk. Vörös elszíneződés jelzi a HCl -gáz képződését, ami a polimer degradációja során képződik.

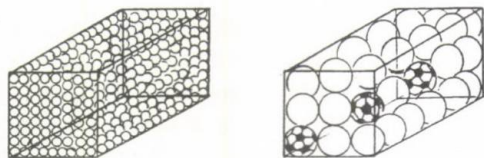
A feladat helyes megoldására összesen 18 pontot lehetett kapni. 1–1 pont járt minden helyesen azonosított ismeretlenért, a kimutatási próbák helyes leírása és magyarázata vegyületenként (azok bonyolultságától függően) 1–2,5 pontot ért. A legjobb teljesítményt nyújtó versenyző 17 pontot ért el, a legalacsonyabb pontszám 3 volt. A dolgozatok értékelésének tapasztalata azt mutatta, hogy a III. feladat megoldásához a tanulók elméleti felkészültsége sok esetben jóval magasabb pontszám elérését tette volna lehetővé, a versenyzők szerves kémiai gyakorlati felkészültsége azonban kissé elmaradt a szervetlen kémiai analitikai tárgyú gyakorlati képzettségétől.

Dr. Rózsahegyi Márta

Hogyan tanítsuk a gázokat érdekesen?

A mindenki tudja, aki tanít, hogy vannak helyzetek és időpontok, amikor nem könnyű felébreszteni és ébren tartani a tanulók figyelmét, érdeklődését. Mégis törekednünk kell rá, mert az érdeklődés mértéke és a tanítás-tanulás eredményessége között szoros összefüggés van. Néhány példát gyűjtöttem össze annak bemutatására, hogy a gázhalmazállapot tárgyalásakor milyen kapcsolatokat teremthet a kémiantanár a fizika, a földrajz, a biológia anyagával, továbbá olyan érdekesnek tűnő mindennapi jelenségeket írok le röviden, amelyek – véleményem szerint – alkalmasak lehetnek a figyelem felkeltésére.

A gázok és a szilárd halmazállapotú anyagok szerkezetének szemléletes érzékeltetésére javaslom elmondani a következő hasonlatot: képzeljük el, hogy az osztálytermet megtöltjük egyszer pingponglabdákkal, majd futball-labdákkal. Melyikből fér el több? Egyértelmű a válasz, hogy a kisebb méretű pingponglabdák-ból.

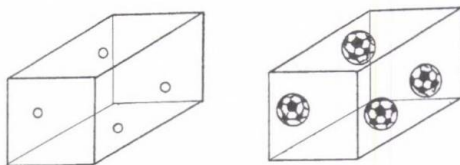


1. ábra

Majd képzeljük el, hogy zsinórokkal úgy függesztjük fel a labdákat, hogy minden irányban 2 méter távolság legyen közöttük. Könnyű belátni, hogy így azonos számú labda helyezhető el a kisebbből és a nagyobbból egyaránt, mert a **labdák mérete elhanyagolható a köztük levő távolsághoz képest**. Ilyen lenne a gázok szerkezete, ha egy varázsló megállítaná és szabályosan elrendezné az állandóan nagy sebességgel mozgó gázmolekulákat.

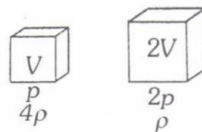
Annak eldöntésére, hogy a tanulók világosan értik-e a gázok térfogata, nyomása, sűrűsége

és moláris tömege közötti összefüggést, kiválóan alkalmas a következő példa, amely az **1995/96. évi Irinyi-verseny I. fordulójának** központi feladatlapján szerepelt:



2. ábra

„A két tartály közül a nagyobbik térfogata kétszerese a kisebbikének. A két tartály egy-egy elemi gázt tartalmaz. A nagyobbik tartályban lévő gáz nyomása – miközben a két tartály hőmérséklete azonos – kétszerese a kisebb tartályban lévőének, viszont a kisebb tartályban lévő gáz sűrűsége négyszerese a nagyobb tartályban lévő gázénak. Mennyi a két gáz moláris tömege? Melyik két elemi gáz lehet?” [1]



3. ábra

Ez a szép, fejben megoldható feladat még a harmadéves egyetemi hallgatókat is meggondolkoztatta.

Érdekesebbé tehetők a számítási feladatok, ha nemcsak számadatokat tartalmaznak, hanem a **mindennapi életből vett tartalmuk is van**. Nézzünk erre néhány példát!

1. A 30 m mély tó alján a víz hőmérséklete 4 °C, a tó felszínén 16 °C. A tó aljáról felszáll egy 1 cm³ térfogatú levegőbuborék. Mennyi a térfogata a tó felszínén?

A feladat megoldásához szükséges az a fizikában tanult ismeret, hogy 10,3 m magas víz-oszlop (tengervíz esetén 10 m magas) nyomása 101 kPa.

2. A korszerű autókban található **légszák** úgy működik, hogy benne egy kis tartályban színtelen, szilárd anyag, **nátrium-azid** (esetleg ólom-azid) található. A töltet ütközéskor a beépített elektronikus egység parancsára felrobban:



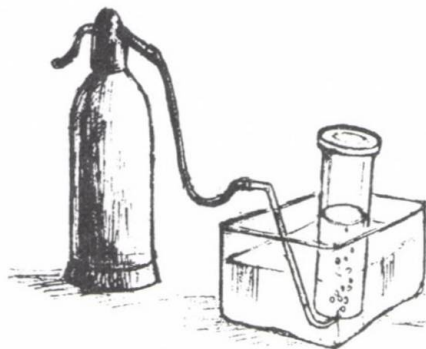
4. ábra

A képződő nitrogén fújja fel a légszákot, amely megakadályozza, hogy a vezető a kormánykerékhez vagy a szélvédőhöz ütközzék. A képződő szilárd anyagot egy kovaföldből készült szűrő köti meg [2]. Egyszerű számítási feladat:

Milyen térfogatú 21 °C-os és 0,11 MPa nyomású nitrogén képződik, ha 60 g nátrium-azid bomlik el?

3. A kémia tanítása folyóirat novemberi számában olvasható egy érdekes cikk a **habpatronról** [3]. A cikkben ismertetett kísérleteket kiegészíthetjük a következővel. Mérjük meg a patron tömegét táramérlegen, majd engedjük a gázt be egy üres szifonba, ezután a csap óvatos megnyomásával vízkiszorítós módszerrel mérjük meg a gáz térfogatát! Mérjük meg az üres patron tömegét! A tömeg és a térfogat ismeretében számíttassuk ki a tanulókkal, hogy mennyi lenne a dinitrogén-monoxid nyomása a patronban, ha gáz halmazállapotban lenne jelen! (Az edényeket úgy válasszuk meg, hogy a gáz térfogata 3–4 dm³ között van.)

További érdekesség a gázok tanításához, hogy az óceánok felett átrepülő gépek utasai olyan **mentőmellényt** kapnak, amelyben **szén-dioxiddal** töltött patron van. Vészhelyzetben csak egy zsinórt kell megrántaniuk, az kioldja a patron, a gáz felfújja a mellényt.



5. ábra

Kémiai szempontból talán még érdekesebb, hogy a II. világháború alatt az amerikai pilóták mentőmellényében **lítium-hidrid** volt, amely tenger fölötti balesetkor a víz hatására átalakult:



A képződő hidrogén felfújta a mentőmellényt, így ha a pilóta megsebesült, esetleg az eszméletét is elvesztette, az automatikusan felfújódó mellény jó ideig megakadályozta az elszüllyedését [4].

Megmérhetjük a **bicikligumiban** lévő nyomást, és készíthetünk számítási feladatot ezzel kapcsolatban is. Közben azt is elmesélhetjük, hogy alig több mint 100 év óta van gumitöltő a bicikli kerekein. 1889-ben **J.B. Dunlop**, skót állatorvos fia kerékpárjára, a fából készült abroncsra locsolócsőből készített tömlőt erősített, majd pumpával keményre fújta azt. Később találmánya hasznosítására gyárat alapított.

Végül a gázok témakörében a legtöbb érdekesség akkor mondható el, és a biológiai tananyaggal a legszorosabb kapcsolat úgy valósítható meg, ha beszélünk egy gyorsan terjedő szép hobbirol, a **könnyűbúvárkodásról**.¹

Régen szabad tüdővel merültek a gyöngyhalászok a tenger mélyére, és 4 percet is kibírtak levegővétel nélkül. Ma már, aki 3 méternél mélyebbre merül, az gázpalackot visz a hátán, és olyan speciális ruhában van, amelynek a mellény részén gáz be- és kiengedéssel szabályozzák a merülés mélységét.

Kis **angol nyelvi fejlesztésre** is sort keríthetünk, ha elmondjuk, hogy a könnyűbúvár angol megfelelője: **scuba diver**, ebből a scuba

¹ Megköszönöm dr. Szalma József kollégámnak, aki maga is búvárkodik, hogy a témára felhívta a figyelmet.

mozaikszó, a következő szavak kezdőbetűiből adódik: self-contained underwater breathing apparatus.



6. ábra

Légzéskor a levegő az orr- és szájüregben keresztül bejut a légcsőbe, majd a tüdőbe. A légzés a tüdőben fellépő nyomásváltozás eredménye. A tüdő kb. 300 millió parányi léghólyagocsából áll, amelyeket vékony hajszálerek hálózhatnak be. Itt történik a gázcseré, azaz az oxigén felvétele és a szén-dioxid leadása. Nyugalmi állapotban percenként 12–16-szor lélegzünk, megterheléskor ez a szám többszörösére is növekedhet. A ki- és belélegzett levegő térfogata egy lélegzetvételkor átlagosan $0,5 \text{ dm}^3$. A tüdőből a vér elszállítja az oxigént a test szöveteihez, sejtjeihez. A szövetekben az oxigén nyomása kisebb, az égés során termelődő széndioxidé viszont nagyobb, mint a vérben lévő oxigéné, ill. szén-dioxidé, így a hajszálerekben folyó gázcseré az **ozmózis**on és a **diffúzió**n alapszik.

Merüléskor a bűvárra ható nyomás 10 méterenként $0,1 \text{ MPa}$ -al nő. A nitrogén és az oxigén csak kismértékben oldódik vízben, illetve a testnedvekben. Az oldódó gáz mennyisége a **Henry-törvény** szerint közel egyenesen arányos a gáz nyomásával, így a hosszantartó, a légkörinél nagyobb nyomású levegő belégzésekor, a **test szövetei telítődhetnek az oldott gázokkal**. A telítődés viszonylag lassú folyamat, 8 és 24 óra közötti időtartam lehet a nyomástól és a szövetfajtától függően. A gáz oldott állapotban marad mindaddig, amíg a nyomás fennáll. A felemelkedés során, ahogy csökken a nyomás, a gázok oldhatósága is csökken. A vér egy meghatározott időegység alatt csak adott mennyiségű gázt tud felvenni a szövetektől, más szóval a szövetben oldott gáz mennyisége csak lassan, fokozatosan csökkenhet. Ezért mélyről és hosszabb ideig tartó merülés után **csak fokozatosan emelkedhet fel a bűvár**. A merülési táblázat megadja, hogy adott mély-

ségben mennyi időt lehet károsodás nélkül eltölteni, és milyen ütemben szabad felemelkedni. Ha gyorsan emelkedik a bűvár, akkor buborékok képződnek a szövetekben és a vérben, ezt **dekompresziós betegségnek** nevezik. A vérben képződő gázbuborék, orvosi néven **embólia** halált okoz, ha a szívbe vagy az agyba jut a buborék. A szövetekben keletkező buborékok torzítják a szöveteket, ezért nagy fájdalmat okoznak. A dekompresziós betegség kezelésére **rekompresziót** alkalmaznak, azaz megfelelő időtartamig megfelelő nyomású kamrában tartják a bűvart.

Mint említettük, a szövetekben oldott levegő tökéletes eliminációja viszonylag lassú folyamat, ezért biztonsági okokból nem tanácsolják, hogy merülés után 24 órán belül repülőre üljének a bűvárok.

A testünkben lévő üregekben (arcüreg, fül stb.) $0,1 \text{ MPa}$ a nyomás, ezért fájdalom léphet fel, esetleg sérülés is kialakulhat, ha a környezeti nyomás ennél lényegesen nagyobb. Ha például nátha miatt nem átjárhatóak az arcsonatok, vagy a rosszul tömött fogban pici hézag van a tömés és a fog között, akkor oda beszorul a merülés alatt a nagyobb nyomású levegő, amely a felszíni körülmények között olyan feszítőerőt fejthet ki, hogy össze is ropanthat a fog. Ezért mélytengeri bűvárnak nem is alkalmas az, akinek nem tökéletes a fogazata.

Mi van a palackban a bűvár hátán? Tiszta, száraz sűrített levegő. Ilyen palackkal a gyakorlott bűvár 30 méter mélységig merülhet. **Tilos 40 méternél mélyebbre merülni**, mert a nitrogén megnövekedett parciális nyomása úgynevezett **nitrogénmámort** okoz. Ennek a részegséghez hasonló állapotnak az okát még nem ismerik pontosan, valószínű, hogy a gáz az idegsejtekre hat. 30 méternél mélyebbre olyan palackkal merülnek, amelyben **héliummal hígított sűrített oxigén** van.

A bemutatott példákon kívül számos más gyakorlati, technikai érdekességgel is színezhethetjük a tankönyvek anyagát, és célszerű a tanítványokkal is gyűjtetni az újságokban, folyóiratokban megjelenő tudományos híreket.

Irodalom

- [1] Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny 1995/96. I. forduló, központi feladatok
- [2] R. Chang: Chemistry. McCraw-Hill Inc., Hightstown, 1991.
- [3] Hegedűs Balázs: Mi van a habpatronban? A kémia Tanítása IV. évf. 5. szám, 1996. 30. o.
- [4] Sz. I. Venickij: Barangolás a fémek birodalmában. Műszaki Kiadó, Budapest, 1986.



Dr. Széll Tamás

Az írásbeli számonkérésekről

Irásbeli számonkéréssel már középiskolás korunkban is találkoztunk dolgozat- és röpdolgozatírások formájában. Az érettségi írásbelik, az egyetemi felvételik csak folytatásai voltak ezeknek. A rendszeres és széleskörűen elterjedt, különféle metodikákat alkalmazó írásbeli számonkérés azonban még ma sem nevezhető teljesen megszokottnak hazánkban. E kérdéskörben az első közleményeket még 1963-ban olvastam a Felsőoktatási Szemlében, de ezek inkább kuriozitásként, vagy éppen egzotikumként tárgyalták a szóban forgó témát. Ezzel egy időben, sőt mondhatni már az 1940-es évek óta az egész nyugati világban úgy elterjedt ez a számonkérési metodika, hogy helyenként kizárólagosságot is élvez. Az oktatás „nagyüzemesítése” parancsolóan hozta létre ezt a módszert, de az is közrejátszott, hogy így módon a tanár az igazságtalanság vádját, a személyeskedés gyanúját, valamint a vizsga színvonalával kapcsolatos bírálatot is el tudta osztani. A Madison Wisconsin (USA) Állami Egyetemen 800–900 hallgató tanul elsőévesként általános kémiát. Ennyi hallgató szóbeli vizsgáztatása megoldhatatlan, és ha kerülni akarják azt a vádat, hogy a vizsgáztatók, sőt az azonos vizsgáztatók is egyes napokon nem egyforma követelményt támasztanak a hallgatók elé, tehát vannak „jobb” vizsgáztatók, sőt nekik is vannak jobb napjaik, akkor a nehézség még nyilvánvalóbb a teljesítmények összevetetőségét csak az írásbeli vizsga objektivitása teszi lehetővé. Az Egyesült Államokban a különböző működési engedélyek megszerzésének egyik lépése az írásbeli vizsga, így az orvosok, az ügyvédek, a tanárok stb. így módon szerzik

meg „jogosítványukat”. Ezek között vannak olyan vizsgák is, amelyek háromnaposak. A doktorátus előtti úgynevezett minősítő vizsga is írásban történik, ahol kitűnik, hogy melyek a jelölt gyenge területei, és ezért milyen kurzusok felvételére kell őt kötelezni. A hajtási jogosítványok megszerzése is – hasonlóan a magyarországi gyakorlathoz – írásban történik. Vannak olyanok, akik első ízben a PhD-tézisük megvédelésekor kerülnek szóbeli vizsgáztatáshoz hasonló körülmények közé.

Tisztában vagyok azzal, hogy a tárgyalt témával a pedagógia és a szakdidaktika elegendő mértékben foglalkozik, s így a tanárok és a tanárjelöltek tájékozottak e témakörben, e sorokat mégis abban a reményben vetem papírra, hogy az írásbeli számonkérés 25 éves nemzetközi tapasztalatainak birtokában, valamelyest hozzájárulhatok e terület jobb megismeréséhez.

Az írásbeli vizsgáztatás célja nem különbözik más vizsgák célkitűzéseitől, ami nem más, mint a tanuló és a tanár munkájának mérése az eredményesség tükrében. Ez alkalmas lehet menetközbeni pályamódosítások indoklására, diagnosztikai értékű megállapítások megtételére, továbbá a tanulók tudásának elbírálására is. Az írásbelik nélkülözik a szóbeli felelésnek azt a vitathatatlan előnyét, hogy a tanuló képes legyen egy szakterületen magát elfogadható szabatossággal kifejezni, vagyis, hogy megtanuljon szakterületéről beszélni. Számos reáltudományokban jártas nyugati szakember előadókészége szerény, s ezt a szóbeli vizsgák hiányának tulajdonítják. Hasonlóképpen negatívként könyvelhető el, hogy az írásbeli metodikánál nincs mód arra, hogy a vizsgáztató közelé-

jen, félreértéseket tisztázzon, rávezető kérdéseket tegyen fel. Ugyanakkor az írásbeli számonkérés vitathatatlanul objektívebb, nagy létszámú hallgató gyors vizsgáztatását teszi lehetővé, az eredmények, részeredmények jól dokumentálhatók. A szóbeliknél egyes jó előadóképességű, úgynevezett jó „svádájú” diákok előnye vitathatatlan, és ezt joggal kifogásolják, sokan igazságtalan előnynek tekintik, mert a tudás mérésénél ez a képesség nem játszhat szerepet. Tipikus ellenvetés viszont az írásbelikkel szemben, hogy annak lebonyolítása aránytalanul sok munkával jár. Ez az állítás nem állja meg a helyét, különösen akkor, ha nagy létszámokkal van dolgunk. Ha a tanárnak kellően jól regisztrált és tárolt kérdésanyaga van, ez a vizsgáztatás gyorsabb, egyszerűbb az elbírálást és az előkészítést is beleértve. Azt is szokták mondani, hogy az írásbeli könnyebb. Ez természetesen alaptalan állítás, hiszen tudjuk, hogy egy vizsga nehéz vagy könnyű volta csaknem kizárólag a tartalomtól és a követelménytől függ. Azt persze természetesnek kell vennünk, hogy elegendő gondolkodási idő és egyéb feltételek is rendelkezésre álljanak. Még a feleletválasztó kérdéstípusnál sem könnyű a helyes válasz felismerése, ha azt jól szerkesztik. Szinte közhelyszerű, hogy a tanulónak jól fel kell készülnie, ha sikert akar elérni.

Az írásbeli vizsgáztatás még kisebb létszámnál is előnyökkel jár. Túl azon, hogy ez a legobjektívebb eljárási módszer, ez a módszer a folyamatos tanuláshoz, az egységes követelmények biztosításának záloga is. Kisegítő óraadó koromban az Építőipari Technikumban minden egyes kémiaórán írtam a tanulóiimmal egy 3–4 kérdésből álló röpdolgozatot, amelyek csak 10 percet vettek el az órából. Hamarosan diákjaim minden órára felkészültek, mert tudták, hogy „felelni” fognak. Amerikában az egyetemeken a hallgatók nemcsak a vizsgaidőszak alatt, hanem egész éven át tanulnak! Az írásbeli eredményei 50–90 %-os súllyal beszámítanak a félév vagy tanév végi osztályzatba.

A tanárok az évek során jelentős vizsgakérdés-gyűjteményre tesznek szert, de ilyeneket a nyugati országok némelyikében vásárolni is lehet. A megírt vizsgalapokat lyukkártyákkal, vagy számítógéppel értékelik, gyorsan és gyakorlatilag tévedés-mentesen. Így a diák soha-

sem érzi, hogy tanára „utazik rá”, vagy azt, hogy nem volt szerencséje. Egyes esetekben – nem is ritkán – maga a tanuló értékeli és osztályozza a megadott normák alapján saját vizsgalapját.

Hogyan készülnek a kereskedelemben hozzáférhető vizsgák?

Rendszerint az Amerikai Kémiai Társaság erre a célra alakult vizsgabizottsága foglalkozik e feladattal, vagy egy adott tankönyv kiadója alakít bizottságot. Könnyen felkutatathatók a jó hírű tanárok, ezeket hívják meg bizottsági tagnak. Az utóbbiak neve mint szerző rákerül a készítendő vizsgafüzet első lapjára. Ez részint szakmai dicsőség, de úgynevezett élettrajzi adat is a szerző számára, amit figyelembe vesznek állások pályázásánál vagy előléptetéseknél is. A tagokat felkéri, hogy megadott témában (pl. kémiai egyensúlyokból) tegyenek javaslatot 25–30 kérdésre, különféle céllal (pl. tudás alkalmazása). A javasolt kérdések összegyűjtését követően aztán a bizottság minden tagja átnézi az összes kérdést, és szavaz, hogy melyek kerüljenek be a végleges formába. A legtöbb szavazatot kapott kérdésekből a szerkesztő két, nagyjából egyforma szintű kérdéssort készít. Természetesen arra is ügyel, hogy a jelölések, mértékegységek egységesek legyenek. Így módon tehát két próbavizsgafüzet készül. Ezekből mintegy 25 iskolába küldenek példányokat, ahol megíratják ezeket. Az iskolák szívesen vállalkoznak erre a feladatra, ugyanis nem nekik kell azokat kijavítani, másfelől diákjaiknak ez jó alkalom arra, hogy vizsgakészségüket csiszolják. Ezekben a vizsgákban az egyes témák és kérdéstípusok arányos eloszlásban szerepelnek.

A következő témák gyakoriak: atomszerkezet, kémiai kötés, molekuláris geometria, szén-kémia, szilárd, cseppfolyós és gáznemű anyagokra vonatkozó ismeretek, savak és bázisok, redoxireakciók, elektrokémia, periodicitás (beleértve a szervesetlen leíró kémiai ismereteket), termodinamika és reakciókinetika, és végül laboratóriumi ismeretek.

A kérdések leggyakoribb felosztása:

- lexikális tudást igénylő kérdések,
- olyanok, amelyek azt igyekeznek kipróbálni, tudja-e a tanuló tudását alkalmazni,

- azok, amelyeken a vizsgázó azt igazolja, hogy érti a tárgy összefüggéseit,
- végül olyan kérdések, amiken a gyakorlati jártasság mérhető le.

A vizsgafüzetek hátlapján periódusos rendszert, a legfontosabb képletszerű összefüggéseket, valamint állandókat talál a vizsgázó (pl. Avogadro-számot, gázállandót, stb.).

A próbavizsgákat az Amerikai Kémiai Társaság egyik hivatala értékeli, és annak alapján választják ki a legmegfelelőbb kérdéseket. Ha például valamely kérdés mindenki helyesen válaszolt, akkor jogos annak feltételezése, hogy a kérdés túlságosan egyszerű volt. Ha viszont senki sem tudott helyesen válaszolni, akkor a kérdés vagy túlságosan nehéz volt, vagy félreérthető, esetleg hibás is, amire nincs helyes válasz. Ha sokan félreértenek egy kérdést, akkor azt világosabban kell megfogalmazni. Kiderülhetnek a próbavizsgáztatás során olyan jelenségek, hogy egynél több válasz is helyes. Mindezek időben korrigálhatók, és a két próbatetszből egy végleges vizsgafüzetecske készíthető. Ezt egy évszámmal jelezve kinyomtatják és kereskedelmi forgalomba hozzák.

Magyar kollégák kérdezték, vajon nem vásárolják-e meg a diákok ezeket a teszteket. Ezek csak iskolához igazolt, és működési engedéllyel rendelkező tanárok számára hozzáférhetőek, bizalmas kezelés előírása és írásos vállalása mellett. Ha mégis megszereznének ilyeneket a diákok, akkor több füzetet kellene áttanulmányozniuk. A helyes válaszok nincsenek feltüntetve, de megtanulni ezeket aligha lehet, ha pedig mégis, akkor elértük, hogy a diák lényegében megtanulta a kémiát, ugyanis egy vizsgafüzetben 100 kérdés van, 2 órai vizsgára.

Többfajta vizsgafüzetecske létezik. Vannak úgynevezett gyorsfelmérők, amelyeket nemritkán a tankönyv kiadója árusít. Ezek 10–20 perces úgynevezett kvízek. Vannak fejezet végi (témazáró) tesztek, ezeket is sokszor a tankönyvvel együtt árusítják az iskoláknak. Félévi vizsgák szintén kaphatók, de leggyakrabban a tanár készíti el saját adott helyzetének figyelembevételével. Az egyéb vizsgákat (pl. felvételiket) más szervek, pl. Educational Testing Service (Princeton) készítik el.

Léteznek olyan vizsgakérdések is, amelyeket egyéni tanuláshoz lehet felhasználni. Az iskolákban előfordulnak egyéni tanulók, akik valamilyen ok miatt (pl. tanrendi ütközés) nem járnak el kémiaórára. Ők egyénileg tanulnak, saját kedvük, hajlamuk és igényeik ütemében, csak alkalmanként, konzultációs célból találkoznak tanáraikkal, és csak úgy léphetnek előbbre, ha az előző egység elsajátítását sikeres vizsgával tanúsították. Az ilyen kurzusokhoz használt vizsgákat ugyancsak vásárolni lehet, de azokat a tanár is összeállíthatja.

A vizsgalapokon sokféle kérdéstípust használnak. Leggyakoribb a feleletválasztás, de elterjedtek az olyan kérdések is, amelyekre „igen-nem” vagy „helyes-téves” válasz adható. Vannak olyan kérdések, amelyekben helyet hagynak ki a válasz beírására, ismét más vizsgáknál strukturált feleletet várnak a vizsgázótól, vagyis nem szabadon szövegezett diszkussziót. A legtöbb írnivalóval azok a kérdések járnak, amiket strukturált esszének neveznek. Itt összefüggő szöveggel kell írásos választ adni. A válasz pontokba történő tördelését megszabja a kérdés. Erre azért van szükség, mert országos, vagy éppen nemzetközi vizsgák esetén a vizsgák elbírálói utasítást kapnak az értékelés módjára, és az előbbieken vázolt „tördelt” válaszok erre sokkal alkalmasabbak.

A továbbiakban példákat mutatok be a felsorolt kérdéstípusokra, és az utolsó típusnál az elbírálásra vonatkozó pontozást is feltüntettem. (Lásd 1–13 példát!)

Az írásbeli vizsgáztatásban sok pozitívum van, de ma sem gondolom azt, hogy csupán az írásbeli számonkérés a leghelyesebb pedagógiai. Az írásos és szóbeli vizsgáztatás egészséges arányára kell törekednünk.

1. Az ezüstion töménysége az AgBr-oldat telített vizes oldatában molaritásában kifejezve:

- A $4,3 \cdot 10^{-5}$
 B $7 \cdot 10^{-5}$
 C $5,8 \cdot 10^{-7}$
 D $2,8 \cdot 10^{-7}$
 E $3,3 \cdot 10^{-13}$

$$K_{sp} = 3,3 \cdot 10^{-13}$$

(Egysúlyok alkalmazása)

Helyes válasz: C, $[Ag^+] = \sqrt{K_{sp}} = 5,8 \cdot 10^{-7}$.

2. Egy vizes oldat equimoláris savat (HA) és annak sóját (NaA) tartalmazza. Mi az összefüggés a pH és pK között?

A $\text{pH} > \text{pK}$

B $\text{pH} < \text{pK}$

C $\text{pH} = \text{pK}$

D nem állapítható meg, mert puffer oldatról van szó

(Alkalmazás)

Helyes válasz: C, $\text{HA} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{A}^-$, ha:

$$[\text{HA}] = [\text{A}^-], \quad \text{pK} = \text{pH} - \log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]}, \quad \text{mert}$$

$$\log \frac{[\text{A}^-]}{[\text{HA}]} \sim \log 1 = 0.$$

3. Az alábbi reakciók közül melyek alkalmasak arra, hogy vizes oldatukból ammónium-klorát vizes oldatát állítsuk elő?

A $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{O}_2$

B $(\text{NH}_4)_2\text{O} + \text{Cl}_2\text{O}_5$

C $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NaClO}_2$

D $\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{NaClO}_3$

E $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$

A helyes válasz kiválasztásához tudni kell a tanulónak, hogy a BaSO_4 oldhatatlan, s ez „tolja el az egyensúlyt”.

Helyes válasz: E.

4. A KX só 1 mólos vizes oldatában az oldott anyagra számított tömegszázalék 7,55. Az X elem relatív atomtömege:

A 18,99

B 35,55

C 79,90

D 126,90

(Koncentrációkra vonatkozó ismeret alkalmazása)

Helyes válasz: B (a legjobb válasz).
 $75,5 - 39,10 = 36,4$ (K relatív atomtömege).

5. Az alábbi molekulák közül melyiknek van dipólusmomentuma?

A CCl_4

B NF_3

C BF_3

D O_2

(Megértés)

Helyes válasz: B (a nitrogén nemkötő elektron-párja miatt).

6. A $0,1 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú vizes foszforsavoldatban melyik vegyület koncentrációja közel $6,2 \cdot 10^{-8} \text{ mol/dm}^3$?

Disszociációs állandók:

$$K_1 = 7,5 \cdot 10^{-3}$$

$$K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

$$K_3 = 1 \cdot 10^{-12}.$$

A H^+

B H_3PO_4

C H_2PO_4^-

D HPO_4^{2-}

E PO_4^{3-}

(Disszociációs egyensúlyok alkalmazása)

Helyes válasz: C, $\text{H}_3\text{PO}_4 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{H}_2\text{PO}_4^-$ (gyenge sav).

$$\frac{[\text{H}^+][\text{H}_2\text{PO}_4^-]}{[\text{H}_3\text{PO}_4]} \approx 7,5 \cdot 10^{-3};$$

$$\text{közelítés: } [\text{H}^+] = [\text{H}_2\text{PO}_4^-] \approx 0,1 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3}.$$

$$\frac{[\text{H}^+][\text{HPO}_4^{2-}]}{[\text{H}_2\text{PO}_4^-]} = 6,2 \cdot 10^{-8}$$

7. Amikor „V” liter $0,10 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú ammónium-nitrát-oldatot elegyítünk 100 cm^3 térfogatú $0,25 \text{ mol/dm}^3$ koncentrációjú bárium-nitrát-oldattal, akkor az oldat nitrát-ion-koncentrációja $0,233 \text{ mol/dm}^3$. A „V” térfogat legközelebb áll:

A 0,10 literhez

B 0,20 literhez

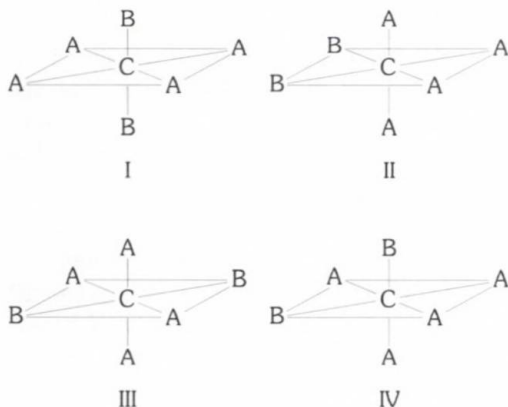
C 0,30 literhez

D 0,40 literhez

$$\text{Helyes válasz: B, } \frac{V \cdot 0,1}{0,1 + V} + \frac{0,1 \cdot 0,25}{0,1 + V} = 0,233,$$

$$V \approx 0,2 \text{ (liter)}.$$

8. Egy CA_4B_2 típusú oktaéderes vegyület szerkezetét mutatják az ábrák. Állapítsa meg, melyek képeznek izomer párt!



- A I és II
 B II és IV
 C I és III
 D Valamennyi

Helyes válasz: A (B és C azonosak, D nyilvánvalóan rossz).

9. Egy mol hidrogéngázt fogunk fel „víz felett” 25 °C-on és 98,7 kPa nyomáson. Számítsa ki a „nedves” gáz térfogatát, és eredményét azonosítsa! (Egy mol ideális gáz térfogata 0 °C-on és 101,3 kPa nyomáson 22,414 liter. A telített vízgőz nyomása 25 °C-on 3,17 kPa.)

- A 22,4
 B 24,3
 C 24,5
 D 25,1
 E 25,9

Helyes válasz: E.

$$22,414 \cdot \frac{298,15}{273,15} \cdot \frac{101}{98,70 - 3,17} = 25,9 \text{ liter.}$$

10. Igennel vagy nemmel válaszolja meg a három kérdést!

- A nagy aktiválási energiájú kémiai folyamatok rendszerint endotermek.
- A periódusos rendszer bal oldalán található elemek hidrogénvegyületei általában ionosak.
- Az atomok egyes elektronhéjain nem lehet nyolcnál több elektron.

Helyes válasz: Nem, igen, nem.

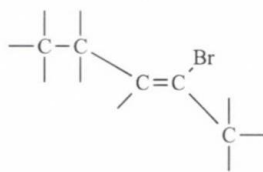
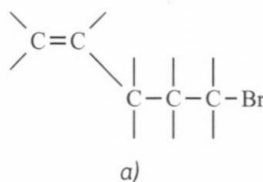
„Helykitöltő” kérdés (feleletkiegészítés)

11. Rajzolja be a kijelölt helyre a $\text{C}_5\text{H}_9\text{Br}$ alkén szerkezeti képletét, amelynek:

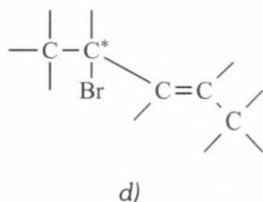
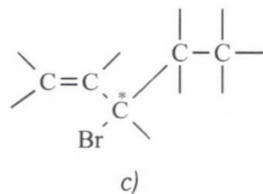
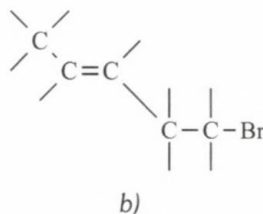
- a) sem geometriai, sem optikai izomerje nincs;
 b) geometriai izomerje van, de optikai nincs;
 c) optikai izomerje van, de geometriai nincs;
 d) mind optikai-, mind geometriai izomerje van:

A királis szénatomot jelölje meg csillaggal!

Helyes válasz:



vagy



„Strukturált válaszadás”

12.

- Írja le az ezüstion első ionizációs folyamat egyenletét!
- Indokolja meg, hogy miért nagyobb a második ionizációhoz szükséges energia!
- Hogyan állapítható meg az egymást követő ionizációs energiákból, hogy a periódusos rendszer melyik oszlopába tartozik egy elem?
- Miért csökken az első ionizációs energia drámai mértékben a Kr és a Xe utáni elemeknél?
- Miért van viszonylag nagy változás a 37-es és az 55-ös elemek első és második ionizációs energiája között?

Helyes válasz a „Strukturált válaszadásra”

- $\text{Ag}^+(\text{g}) = \text{Ag}^{2+}(\text{g}) + e^-$.
- A negatív töltésű elektront kell leszakítani a pozitív töltésű ionból.
- Az oszlopszám eggyel kisebb annak az ionizációs energiának a sorszámától, amelyik értékének különbsége az előzőtől számottevően nagyobb, mint az előzők közötti különbség.
- A szóban forgó elemek az első oszlopban vannak, amelyek könnyen elveszítik a nemesgázhéj utáni egyetlen elektronjukat.
- Az első ionizáció stabil nemesgázszerkezetet eredményez, amelynek megbontása nagyobb energiát igényel.

Strukturált esszétípusú kérdés

13. A periódusos rendszer 5., 6. és 7. oszlopaiban levő elemek hidrogénvegyületei olyan forráspontokat mutatnak, hogy a második periódus után jelentős csökkenés, azután pedig enyhébb emelkedés fedezhető fel, amint ez a 6. oszlopra vonatkozó alábbi értékekből is leolvasható.

Forráshőmérsékletek K-ben:

H_2O	373	2. periódus
H_2S	187,5	3. periódus
H_2Se	231,5	4. periódus
H_2Te	271	5. periódus

- Magyarázza meg a jelentős forráspont-csökkenést, ami a víz és a kén-hidrogén esetében tapasztalható! (Két oka is van!)

(7 pont)

- A mellékelt milliméterpapíron ábrázolja a fenti adatokat úgy, hogy a függőleges tengelyre a hőmérsékletet, a vízszintesre a rendszámot tüntesse fel! Ezután becsülje meg, hogy hány K volna a víz forráspontja, ha úgy viselkedne, mint az oszlop többi elemének hidrogénvegyülete!

(2 pont)

- Magyarázza meg a víznél nehezebb, 6. oszlopbeli elemek hidrogénvegyületeinél észlelt forráspont-emelkedést lefelé haladva az oszlopban!

(2 pont)

- Köztudott, hogy a víz kedvelt és jó oldószer. Mivel indokolja ezt a tényt?

(2 pont)

- Az ötödik és hetedik oszlop legfelső elemeinek hidrogénvegyületei NH_3 és HF . Vajon ezek ugyancsak jó oldószerek? Ha igen, miért, ha nem, miért nem? Tény az, hogy ezeket ritkábban használják, mint a vizet. Miért?

(2 pont)

Összesen: 15 pont

Helyes válasz

(A dőlt betűkkel szedett kifejezések 1–1 pontot érnek.)

- Jelentős vonzás van a vízmolekulák között. Az *intermolekuláris* erők okozzák a magas forráspontot. Ilyen az úgynevezett *hidrogén-kötés*, amely oxigén- és hidrogénatom között alakul ki, mert az oxigénatom *kisméretű, nagy elektronegativitású*, amelynek *kötetlen elektrópárja* donorként működhet. (Noha a hidrogénkötés jóval gyengébb az elsőrendű kötésnél, mégis igen jelentős, 0,5 pont)

Ugyancsak a molekulák között hat a *dipólus-dipólus vonzás* is, amely abból adódik, hogy a vízmolekulákban a töltéssel-*oszlás* nem szimmetrikus a molekula V alakja miatt, és az eredő hatás folytán *pozitív és negatív pólusok* alakulnak ki a molekulákban. Ezek között *Coulomb-vonzás* lép fel.

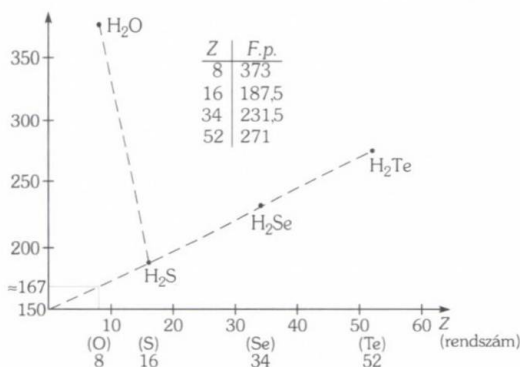
- Ésszerűen megválasztott egységekkel ellátott tengelyek közötti *helyes diagram* (lásd alább).

Helyes extrapolálás: 167 ± 3 fok

- c) A forrpontemelkedés *fokozódó van der Waals-erők* eredménye, amely a *molekulásúllyal arányosan nő*. London-erők megadása elfogadható, de a hidrogénkötés nem. Egyesek diszperziós erőket említhetnek, ez ugyancsak elfogadható.
- d) A víz a legtöbb *ionos és poláris vegyületet oldja* (hasonló kedveli a hasonlót). Ez azért van, mert a víz maga is poláros, azaz nagy dielektromos állandója van (nagy dipólus-momentuma). Ha a vizsgáló ezt nem említi, de arra hivatkozik, hogy a víz bőven rendelkezésre áll és olcsó, fél pont adható.
- e) Mindkét hidrogénvegyület *kitűnő oldószer ugyanazon okból, mint a víz: polárosak*. Mégsem használják őket olyan elterjedten, mint a vizet, mert *kezelésük nehezebb*: HF megtámadja az üveget és speciális edé-

nyeket igényel, ráadásul mindkét vegyület ingerlő hatású mérge, amely zárt rendszert igényel. Ha a korlátozó körülményeket részletezik mindkettő vegyületnél akkor 1 pont, ha csak egyik esetén említik, fél pont adható.

Összesen: 15 pont



Hosztafi Sándor

Faraday, a kémikus

Faraday úgy ismert, mint aki az elektromosság területén tette legfontosabb felfedezéseit, de mint kémikus is jelentős eredményeket ért el.

Michael Faraday 1791. szeptember 21-én született Newingtonban (ma London része) egy meglehetősen szegény családban. A szűkös anyagi helyzet miatt tanulmányai csupán az írás, olvasás és számolás alapjaira korlátozódtak, és 14 évesen könyvkötőinas lett. Hamar megmutatkozott vonzalma a könyvek iránt, nagy lelkesedéssel olvasta a kémiai és elektromosság tárgyú könyveket. 1812-ben sikerült bejutnia Sir Humphrey Davy előadásaira, aki a Royal Institute professzora volt és kémiát népszerűsítő előadásai tömegeket vonzottak. Davy ekkor volt pályája csúcán, erre az időszakra

esett az alkálifémek, alkáliföldfémek felfedezése. Faraday lejegyzetelte az előadásokat, majd jegyzeteit bekötötte, és merészen elküldte Davynek, lehetőséget kérve az intézetben dolgozni. Davy magához kérte a fiatalembert egy elbeszélgetésre, és megragadta Faraday szerénysége és lelkesedése. Faraday karrierje tehát elindult mint Davy asszisztense és titkára, de négy év múlva már megjelent első önálló analitikai tárgyú közleménye. Fejlődésében természetesen sokat jelentett tanítómestere segítsége, de szorgalmas, precíz munkája és tudásszomja az autodidakta ifjút a tudomány nagyjai közé emelte.

Az elkövetkező években főleg analitikai kémiai problémák megoldásán dolgozott, majd 1820-tól acélötvözetek előállításával és vizsgá-

latával foglalkozott. Ezekben az években született az első jelentős eredménye a gázok cseppfolyósítására. Felfedezése véletlenszerű volt: a klórgáz kristályos hidrátját üvegcsőben leforasztotta, majd melegítette. A klór a nyomás hatására cseppfolyósodott. Nyomás és alacsony hőmérséklet alkalmazásával azután cseppfolyósította a kén-dioxidot, a szén-dioxidot, kén-hidrogént és a sósavgázt.

Az 1825-ös év is fontos felfedezést hozott: sikerült tisztán előállítani benzolt és butilént. A világítógázt forgalomba hozó vállalatnál észrevették, hogy amikor a gázt hordozható palackokba komprimálták, olajszerű folyadék képződött. Faraday az olajat frakcionált desztillációnak vetette alá és hamarosan tiszta állapotban nyerte a benzolt. Megállapította forráspontját, gőzsűrűségét és elemi összetételét, vagyis hogy szénből és hidrogénből áll, mivel elégetve szén-dioxid és víz keletkezett. A benzol név egyébként Mitscherlichtől származik, aki 1833-ban szintén előállította benzoesavból.

Faraday a világítógáz olajos maradékából ezenkívül izolálta a butilént, megadva elemi összetételét is. Ezen munka során írta le a benzol és butilén reakcióját klórgázzal, valamint az etiléngáz és halogének reakcióit vizsgálva számos új vegyületet kapott, mint pl. a hexaklóretánt (C_2Cl_6).

1824-ben elnyerte az angol tudományos élet elismerését: az Akadémia (Royal Society) tagjai közé választották. Davy, aki ekkor az elnök volt, ellenezte a jelölését, feltehetően féltékenységből, de 1825-ben már éppen ő javasolta a Royal Institute laboratórium igazgatójának. Faraday eredményeit külföldön is elismerték, számos akadémia (francia, svéd) levelező tagja volt.

1826-ban a naftalin és kénsav reakciójában két naftalin-szulfonsav képződését tapasztalta. A két sav több sóját előállította és analizálta, de nem ismerte fel az izomériajellegét. Az izoméria

jelenségére néhány évvel később Berzelius adott magyarázatot.

Párhuzamosan az említett kutatómunka mellett Faraday már a húszas évek elejétől elkezdte vizsgálatait arra vonatkozóan, milyen összefüggés van az elektromos áram és a mágnesesség között. Ezek a kutatások vezettek 1831-ben az elektromágneses indukció felfedezéséhez. Ezután újra visszatért a kémiához, elkezdte tanulmányozni az elektromos áram kémiai hatásait. E területen tanítómesteréhez, Davyhez hasonlóan szintén fontos eredményeket ért el. Tulajdonképpen az oldatok vezetőképességét kezdte vizsgálni, amikor 1834-ben megállapította az elektrokémia két törvényét. Megfogalmazása szerint mennyiségi összefüggés van az elektrokémiai bomlás során az elbomlott anyag mennyisége és a felhasznált áram mennyisége között. Bevezette az elektrokémiai egyenérték fogalmát, és definíciója szerint meghatározott súlyú elem vagy gyök szabadul fel, ha állandó mennyiségű áram halad át az oldaton. Faradaytól származik az elektrolit, ion, anion, kation, anód, katód elnevezés is.

A fizikai kémia ezen fontos törvényeit meglepő módon nem fogadták el azonnal. A bizalmatlanság oka főleg az volt, hogy ekkor az atomsúly, molekulaszúly fogalma nem volt tisztázva, és a zűrzavaros képet az elektrokémiai ekvivalens csak tovább bonyolította. Másrészt Berzelius, „a kémia pápája” is támadta a Faraday-törvényeket. A Berzelius által használt egyenértéksúly és az elektromokémiai egyenérték több esetben nem volt azonos, amit Faraday sem tudott értelmezni. Berzelius tekintélye sokáig akadályozta, hogy az elektrokémiai törvények méltó elismerést nyerjenek. Érdekes, hogy még 1902-ben is jelentek meg olyan közlemények, melyek Faraday eredményeit akarták cáfolni.

Olasz tudománytörténészek egyébként azt állítják, hogy az említett törvényeket Faradaytól függetlenül egy olasz orvos-vegyész, C. Mat-

teucci is felfedezte. Valóban, az olasz tudós hasonló eredményeket publikált 1835-ben egy francia folyóiratban (*Ann. Chim. et phys.*), de ekkor már Faraday kísérletei egy éve ismertek voltak.

Közben 1833-ban az egykori könyvkötőinas a Royal Institute kémiaprofesszora lett. Már 1825-től rendszeresen tartott előadásokat és az évek során briliáns előadó lett, akárcsak elődje Davy. Sajnos az 1840-es években Faraday pályafutását kettétörte betegsége és egyre jobban romló memóriája. Még egy jelentős felfedezése volt 1845-ben, a síkban polarizált fény és a mágneses tér kölcsönhatásával kapcsolatban, de ezután tudományos aktivitása hanyatlani

kezdt. Betegsége miatt már képtelen volt dolgozni, feltehetően higanymérgezésben szenvedett. 1867-ben hunyt el.

Irodalom

- [1] L. C. Newell: *J. Chem. Education.* 3., 1248 1926.
- [2] L. C. Newell: *J. Chem. Education.* 8., 1493 1931.
- [3] R. G. Ehl – A. J. Ihde: *J. Chem. Education.* 31., 226 1954.
- [4] Szabadváry F.: *Magyar Kémikusok Lapja.* 46., 533 1991.
- [5] Beck M.: *Természet Világa.* 123., 206 1992.

Dr. Kőrös Endre

Váratlan, de megérdemelt Nobel-díj (1995.) az ózonkutatásért

Tavalyelőtt októberben a kutatók körében igen nagy meglepetést keltett, hogy az 1995. évi kémiai Nobel-díjat a légköri ózonkutatásban elért eredményekért ítélte oda a Nobel-díj Bizottság. A legnagyobb tudományos díjat három kutató vehette át: Paul Crutzen, a mainzi Max Planck Intézet, Mario Molina a Massachusetts Institute of Technology és Sherwood Rowland, a Kaliforniai Egyetem professzora, akik a Nobel-díj Bizottság rövid értékelése szerint „...megállapították, hogy antropogén eredetű vegyületek fontos szerepet játszanak a sztratoszférikus ózon mennyiségének csökkenésében és tisztázták azt, hogy milyen reakciók felelősek ezért, továbbá, hogy milyen mechanizmus szerint játszódnak le az ózonfogyasztási reakciók.”

Mielőtt a három kitüntetett munkásságának lényegét megismernénk, vegyük sorra az ózonnal kapcsolatos ismereteinket történeti sorrendben. Az ózont 1839-ben Schönbein fedezte fel, igen átható és ismeretlen szaga miatt gondolta, hogy egy új anyaggal áll szemben. Nevét is szagáról kapta, mivel az ozein görög szó azt jelenti, hogy szaglik. Azt, hogy az ózónmolekula három oxigénatom összekapcsolódása révén alakul ki, akkor még nem tudták, mivel azokban az években még arról folyt a vita, hogy léteznek-e egyáltalán olyan molekulák, amelyekben két azonos atom (pl. H_2 , N_2 , Cl_2) kapcsolódik egymáshoz. Ez ugyanis nem volt értelmezhető az akkor általánosan elfogadott elektrosztatikus elmélettel, amely szerint csak ellentétes jellemű kémiai elemek tudnak egy-

mással vegyületet képezni. A XIX. század utolsó évtizedeiben megállapítják, hogy az ózonnak az ultraibolya tartományban (200 és 320 nm között) erős elnyelési sávja van. A XX. század első évtizedeiben is jelentős felfedezésekkel gazdagnak ismereteink. Ebben az időben tisztázák, hogy a legtöbb ózon a sztratoszférában található és maximális koncentrációja 20 és 25 km között van. A század közepe táján a Világ Meteorológiai Szervezet beindítja az egész Földre kiterjedő ózonmegfigyelő szolgálatot.

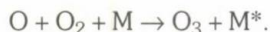
Ezen a ponton megszakítom a kronológiát, mert időben eljutottunk oda, ahol a három Nobel-díjas tevékenysége elkezdődik. Mielőtt azonban ezeket ismertetném, röviden tekintsük át a sztratoszférikus ózonképződéssel és -bomlással kapcsolatos legfontosabb tudnivalókat.

A sztratoszférikus ózon és az ózonréteg

A Napból a légkör felső rétegeibe érkező elektromágneses sugárzás jelentős mennyiségű ultraibolya komponenssel rendelkezik. A 242 nm vagy annál kisebb hullámhosszú, tehát igen nagy energiájú sugárzás hatására az O_2 molekulák atomjaira disszociálnak:

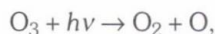


és az oxigénatomok a molekuláris oxigénnel ózont képeznek:

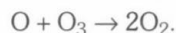


Az ózonképződéshez azonban szükség van egy harmadik komponens (M) jelenlétére is, amely az ózonképződés során termelődő energiát elnyeli. Ha ez nem történik meg, akkor a képződött O_3 -molekula azonnal elbomlik. Az energiaátvevő molekula általában a levegő két komponensének egyike, tehát a nitrogén vagy az oxigén.

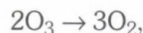
A képződött ózon, amelynek 220 és 330 nm között van az elnyelési tartománya fotokémiai bomlást szenved:



és a képződött atomos oxigén az ózonnal oxigénmolekulává alakul:



A bruttó reakció tehát így írható fel:



A képződési és bomlási reakciók eredőjeként a sztratoszférában stacionárius ózonkoncentráció alakul ki, tehát amennyiben egyéb reakciók nem mennek végbe, az ózonkoncentráció változatlan marad. A számítások szerint naponta kb. 350 000 tonna ózon képződik és bomlik el. Valójában, ha a légkör teljes ózommennyisége a Föld körül egy rétegben koncentrálna 273 K-en és 1 atm nyomáson, ez a réteg csak 3 mm vastag lenne.

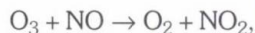
A sztratoszférikus „ózonréteg” tehát az élő szervezetekre igen káros ultraibolya sugárzást kiszűri és ezért jelentősége a földi élet szempontjából felmérhetetlen.

A viszonyok azonban ennél összetettebbek, mivel a légkörbe kerülnek olyan gáz alakú anyagok is, amelyek a természetes ózonbomláson túl fogyasztják az ózont és ezért veszélyt jelentenek az élővilágra.

Innentől kezdve kapcsolódik a három Nobel-díjas munkássága a problémakörhöz.

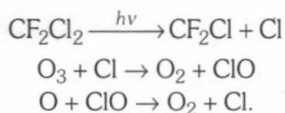
Az antropogén eredetű ózonbomlás

Utrzen 1970-ben kimutatta, hogy a fentebb ismertetett folyamatok egyes, a Föld felszínén a nitrogén-körforgalomban keletkező gázok reakcióihoz csatoltak. Rámutatott arra, hogy az élő szervezetekből kibocsátott N_2O -gázból keletkező nitrogén-oxidok (a NO és a NO_2) katalizálják az ózon bomlását:



A következő évben már olyan közlemények is megjelentek, amelyekben arról számoltak be, hogy a nagy magasságban (~20 km) repülő szuperszonikus gépekből távozó NO-gáz is szerepet játszik a sztratoszférikus ózonkoncentráció csökkenésében.

1974-ben Rowland és Molina arról írtak, hogy a légkörbe kerülő klórfluór, szénhidrogénekről (a freonokról) – amelyeket igen széles körben használ az ipar és használunk a mindennapi életben, mint aeroszol vivőgáz, habzástelítő anyagot és hűtőfolyadékot a hűtőszekrényekben – fotokémiai bomlás következtében klóratomok szakadnak le és ezek is katalizálják az ózon bomlását:



Mivel a freonok kémiaiilag inertek, így viszonylag hosszú ideig tartózkodhatnak a légkörben és lassan feljuthatnak a sztratoszférába, ahol az ultraibolya sugárzás hatására megtörténik a klóratomok leszakadása.

A leírt megfigyelések érthető aggodalmat keltek a kutatók körében és figyelmeztetésük következtében az Egyesült Államokban megtiltották a freonok használatát. Más országokban azonban nem történt ilyen intézkedés mindaddig, amíg 1985-ben ismertté nem vált egy angol délsarki kutatógárda jelentése, amely szerint jelentős ózoncsökkenést észleltek az Antarktiszon a Halley-öböl felett.

Ez a jelenség nemcsak mérete miatt keltett meglepetést, hanem azért is, mert a Déli-

sarkvidék felett figyelték meg. Rowland és Molina ugyanis azt jósolták, hogy a legnagyobb méretű ózonkoncentráció-csökkenés a trópusok fölött várható, ahol a napsugárzás erőssége a legnagyobb.

A váratlan és újszerű probléma megoldása közös erőfeszítést igényelt és ebben mind a három Nobel-díjas részt vett. A kilencvenes évek elejére nyilvánvalóvá vált, hogy az Antarktisz fölötti igen alacsony hőmérsékletnek fontos szerepe van, továbbá, hogy az ózonfogyás itt nemcsak homogén fázisú reakciók eredménye, hanem ebben heterogén kémiai reakciók is szerepet játszanak. A heterogén reakciók a sarki sztratoszféra felhői jégreszecskeinek felszínén mennek végbe. Ezek során olyan vegyületek jönnek létre és fagynak be a jégkristályokba, amelyek a napsugárzás visszatértekor felszabadulnak és ekkor szerephez jutnak az ózonfogyasztó folyamatokban. Megállapították továbbá, hogy az Antarktisz feletti speciális sztratoszférikus légáramlásnak is szerepe van az „ózonlyuk” kialakulásában.

Crutzen nemcsak az ózonkutatásban ért el kimagasló eredményeket, hanem a légkörben lejátszódó egyéb reakciók vizsgálata terén is.

A légkörkémiára hosszú időn keresztül úgy tekintettek, mint érdekes témakörre, de olyanra, amely igazán nem kémia. A Nobel-díj Bizottság döntése azonban rácsfolt erre a felfogásra. Azok, akik megkapták ezt a legmagasabb tudományos díjat, nemcsak a tudomány egy fontos területét gazdagították igen jelentős eredményekkel, hanem az emberiségért is maradandót tettek.

MOZAIK KIADVÁNYOK A TANKÖNYVJEGYZÉKEN

1997/98

Jól felkészültem-e?
Komplex munkafüzet biológiából
6., 7., 8. osztály

Biológiai teszt sorozatok általános
iskolásoknak

Jól felkészültem-e?
Biológiai feladatsorozatok
középiskolásoknak II-IV. osztály

Biológiai tesztek középiskolásoknak

Biológiai gyakorlatok középiskolásoknak
I-IV. osztály

Jól felkészültem-e?
Kémiai feladatsorozatok 7-8. osztály

Kémia tankönyv I. osztály

KÉMIA 7. - Kémiai alapismeretek
Tankönyv és munkafüzet

MOZAIK OKTATÁSI STÚDIÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 47-01-01, 470-052

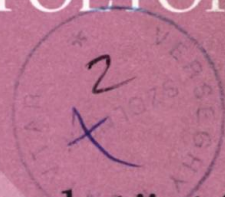
MOZAIK KÖNYVESBOLTOK:

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70. Tel.: 31-42-612

6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73. Tel.: (62) 485-522



MOZAIK



A kémia oktatásának története
az elemi és középfokú
iskolákban 1945-ig

(Gombás Attiláné Kapocsi Margit)

Egy szabad gyökről
egy herbicid kapcsán

(Kálai Tamás)

Pedagógus-továbbképzés
Vas megyében

(Hajós István)

Országos Középiskolai
Tanulmány Verseny

V. ÉVFOLYAM 1997

2

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerkesztő:

Szentmiklósi Csaba

Borítóterv: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 590 Ft.

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

A kémia tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-6642

Készült a Dürer Nyomda Kft.-ben
Felelős vezető: Beregszászi László

TARTALOM

A kémia oktatásának története az elemi és középfokú iskolákban 1945-ig

Gombás Attiláné Kapocsi Margit, Szegvár

A zeolitok karrierje

dr. Hannus István, egyetemi docens, JATE, Szeged

dr. Kiricsi Imre, egyetemi tanár, JATE, Szeged

A vegyi fegyverkezés rövid története III.

Buzás Norbert, Szeged

Egy szabad gyökről egy herbicid kapcsán

Kálai Tamás, tudományos munkatárs, POTE, Pécs

Pedagógus-továbbképzés Vas megyében

Hajós István, Szombathely

Szakvezető tanárképzés a JATE-n

Magócs Éva, szakvezető tanár (szaktanácsadó)

Innen-onnan

Dr. Tóth Zoltán, egyetemi docens, KLTE, Debrecen

Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny 1996/97 eredménye

Könyvismertetés

dr. Lázár István: Különleges és veszélyes anyagok

Dr. Tóth Zoltán, egyetemi docens, KLTE, Debrecen

Nyelvi-logikai képességfejlesztés a 8. osztályos kémia tanításában

Molnár István, középiskolai tanár, Szeged

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8–10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabétikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében adóazonosító számukat is. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Gombás Attiláné Kapocsi Margit

A kémia oktatásának története az elemi és középfokú iskolákban 1945-ig

Hilinszky János gondolataival szeretném megfogalmazni mondanivalóm célját: „Nem az a fontos, hogy a madár hányszor csap a szárnyával, hanem, hogy íveljen.” Számos írásmű bizonyítja, hogy a varázslatok, a titkok, a tudás beavatott ismerői csak a kiválasztottak lehettek az ókorban. A tudás felelősségre kötelezte és kötelezi őrzőit.

Mit jelent a KÉMIA szó?

Eredetére vonatkozóan egyiptomi, alkimista, görög, kínai és misztikus elméletek születtek. A KÉMIA tehát nem kizárólag az egyiptomiak tudománya volt, alapjait valamennyi ősi kultúrában megtaláljuk.

Kezdetben az egységes természetszemléletet az ismeretek gyarapodása miatt felváltotta a résztudományok, így pl. a kémiának mint önálló tudománynak a megjelenése és oktatása. Mielőtt erre rátérnék, érdemes áttekinteni: Milyen is volt az oktatási rendszer eleinktől napjainkig?

Az államalapítás idején István király uralkodása alatt megindult egyházszervezés keretei között jöttek létre az első kolostori és káptalani iskolák, ahol az alsó és felsőfokú képzés még nem vált el mereven egymástól.

Első ilyen intézményünk 966 táján kezdte el működését PANNONHALMÁN. Idővel fokozatosan szétválik az alsó és középfokú oktatás.

Milyen volt az alsó fokú oktatás?

Az alsó fokú oktatás a plébániai iskolákban kezdődött el a XI. sz.-ban, majd kiteljesedett a középkorban.

A XVI. sz. második felében a plébániai iskolák továbbfejlesztett változataként létrehozták a kisiskolákat vagy népiskolákat.

A hazai népiskolákról első ízben a nagy-zombati zsinat rendelkezett 1560-ban. A népiskolákban mindig és mindenütt az anyanyelv volt az oktatás nyelve minden felekezeti számára.

A XVII. és XVIII. sz.-ban jelent meg „tömegesen” a katolikus népiskolák mellett a protestáns népiskolák hálózata.

Új korszak kezdődött a XVIII. sz. közepén, a társadalmi és gazdasági fejlődés kikényszerítette 1777-ben a *Ratio Educationist*. Az iskolák tananyaga, megújult, megjelentek a humán és reál tantárgyak, így a TERMÉSZETRAJZ is! Ekkor jelentek meg az egytanítós, kéttanítós és háromtanítós népiskolák.

Valamennyi népiskolátípusban kötelező tantárgy volt a *természetráajz*, amely magába foglalta kora ásványtani, növénytani, és állattani ismereteit.

A tankerületek székhelyein a XVIII. sz. végén megjelentek a normaiskolák. A XVIII. sz. végén jelent meg a népiskolákban az *olvasókönyv* amely *természetráajz* ismereteket is tartalmazott.

Az 1806-ban kiadott második *Ratio Educationis* alapvetően nem különbözött az első-től. 1845-ben magyar nyelven kiadott rendelkezés – „Magyarország elemi tanodáinak szabályai” – gyökeres változást jelentett a népiskolák számára. A népiskolákat két tagozatra osztotta. Alsó elemi iskola = alelemi és felső elemi: kötelező tantárgy volt a *természetráajz*. Eötvös József 1868-as népoktatási törvénye változtatta meg az ötosztályos népiskolát a következőképpen. Hatosztályos mindennapi népiskola és háromosztályos ismétlődő iskola.

Itt is kötelező tantárgy volt a *természetráajz*. Az 1921. évi törvény lényegében összefoglalta a korábbi népoktatási rendelkezéseket.

Az 1926. évi törvény Klebelsberg Kunó nevéhez fűződik. Korszerű iskolaházak épültek a régi elavult népiskolák helyén. A nyolcosztályos általános iskola 1945 után vált tömegessé, és napjainkban a NAT-nak megfelelően újra módosul.

Milyen volt a középfokú oktatás?

A kolostori és káptalani iskolák hálózata kiszélesedett a középkor századaiban. A XV. és XVI. sz. fordulóján alakultak ki a humán gimnáziumok „ősei”. 1561-től kezdve a jezsuiták, majd 1642-től kezdve a piaristák és más szerzetesrendek tagjai megszervezték hazánkban a *gimnáziumokat*.

Az első hazai állami iskolaügyi szabálykönyv a már említett Ratio Educationis (1777) kísérletet tett a középiskolai tananyag egységesítésére, valamint a középiskolák állami felügyelet alá vonására, de felekezeti jellegük meghagyásával. A kisgimnázium harmadik osztályában oktatták az ÁSVÁNYTANT. A nagygimnázium ötosztályos volt, és kötelező tantárgy volt a *természetrájk*. A Ratio Educationis Erdélyre nem vonatkozott. 1871-ben jelent meg Erdély számára az új tanügyi szabályzat: Norma Regia, amely 1848-ig volt érvényben. A második Ratio Educationis (1806) értelmében a kisgimnázium minden osztályában oktatták a *természetrájkot*. A nagygimnázium hatosztályos lett és a *természetrájk* kötelező tantárgy. 1844-ig a középiskolákban a hivatalos tanítási nyelv a latin volt.

1849-ben az „Entwurf der Organisation der Gymnasien und Realschulen in Oesterreich” című rendelkezést Magyarországon is érvényesítették, és létrehozták a nyolcévfolyamos gimnáziumot, amely algimnáziumból és főgimnáziumból állt, és érettségi vizsgával zárult. Ebben az időben jelentek meg a gimnázium mellett az első *reáliskolák*. Az alreáliskolák gyakorlati ipari, kereskedelmi és mezőgazdasági pályára készítettek elő a tanulókat. 1875-től nyolcosztályos lett a főreál-gimnázium, és érettségivel zárult. 1883. évi törvény (1924-ig érvényben volt) kodifikálta a gimnáziumokat és a reáliskolákat.

Az 1924. évi törvény három középiskolátípusról rendelkezik: *gimnázium*, *reál-gimnázium*, *reáliskola* – ahol elsősorban természettudományokat

dományokat oktattak. Érdekes, hogy 1895-től a lányok a fiúgimnáziumokban magántanulónként érettségi vizsgát tehettek. Az első leánygimnáziumok a századfordulón jöttek létre, 1916–1918-tól a nyolcosztályos gimnáziumokba lányok is járhattak. 1868-ban jelentek meg a *polgári iskolák*, melyek a tanulóknak gyakorlati jellegű középfokú műveltséget adtak. A jelenlegi szakközépiskolák elődeinek az 1890-es években megjelent „felső ipari” és „felső kereskedelmi” iskolák tekinthetők.

Az alap és középfokú iskolatípusok rendszerésénél is kiemeltet a TERMÉSZETRÁJK oktatását.

De hogyan juthatunk el a természetrájkól a KÉMIAIG?

Ísérjük nyomon a folyamatot (visszaemlékezve az iskolatípusokra) a korabeli tankönyvek segítségével! Az ókori „historia naturalis” szakkifejezést újították fel a hazai tanügyi szakemberek, és ezen a címen jelentek meg az első természettudományos ismereteket leíró tankönyvek latin nyelven. A magyar tankönyvszerzők pontos fordítása szerint a latin kifejezés = természethistoria”, „természet-történet”, majd tovább alakították, „természet-ismeretté”. Az 1840-es évektől kezdve pedig „TERMÉSZETRÁJK” vagy „terményrájk” elnevezések ismertek.

Tehát 1777 és 1848 között a fenti kifejezésekkel jelölt természettudomány három részből állt: ÁSVÁNYTAN, növénytan, állattan. A tantárgy oktatásának az első magyar nyelvű népiskolai tankönyve: Gáti István A természet históriája c. könyve 1792-ben jelent meg. 1834-ben adtak ki hasonló tartalmú népiskolai tankönyvet „Természethistoria” címmel Kassán, majd 1841-ben Nagyszombaton „Természettörténet” címmel Ocskovszki János jóvoltából.

A középfokú iskolákban a természetrájk oktatásához számos tankönyvből válogathattak elődeink. 1795-ben jelent meg magyar nyelven Gáti István természetrájk-tankönyve. 1799-ben Fábian József: Természet históriája a gyermekeknek című könyve jelent meg. 1846-ban és 1842-ben Pereginy Elek: Természettörténet című munkáját adták ki. Sárospatakon a

természetrájk három részét külön-külön, terjedelmes tankönyvekbe foglalták. 1811-ben jelent meg az „ásványtan” tankönyve Gelei József tollából.

Az 1840-es években Soltész János az elemi népiskolák és a középszint tanulóinak is írt természetrajz könyvet. Pl. Sárospatakon második elemi iskolai osztályban és első gimnáziumi osztályban alkalmazott természetrajzt tanítottak, második gimnáziumi osztályban kisebb, a poétikai osztályban nagyobb arányban oktaták a rendszeres természetrajzt, végül az akadémiai tagozaton általános természetrajzt tanítottak.

Bármelyik iskolatípusban vizsgáljuk a tananyagot, azt tapasztaljuk, hogy a természetrajz tantárgyon belül azonos arányban tanították a növénytant, állattant és ásványtant.

A XIX. század elejétől fokozatosan bővült a TERMÉSZETRAJZ tantárgy.

Túlön tankönyvekben ismertették meg az ásvány-, a növény- és az állatvilágból származó ipari termékeket, azok feldolgozását, felhasználását. Ilyen témájú tankönyv 1809-ben jelent meg „Technológia” címmel. (Gergelyi András: Technológia – Pozsony)

A természetrajz fejlődésének másik vonatkozása, hogy három részének egyike másika önállósult, ennek első megnyilvánulása: 1784 majd 1786-ban Benkő Ferenc önálló, ásványtant jelentetett meg „Bányásztudomány” és „Magyar mineralógia” címmel Kolozsváron középiskolások számára.

1842-ben újra megjelent egy önálló ásványtan Kecskeméten középiskolások számára. Szerzője Csécsi Imre. 1843-ban „A jejecisme elemei” címmel jelent meg ásványtan-könyv, Mihálka Antal műve. Nem véletlen kísértük végig a természetrajz kapcsolódó változásokat, ezen belül is az ásványtan vonatkozó ismereteket. Ugyanis a (VEGYTAN = KÉMIA) az ásványtanból vált ki önálló tudományként. Kezdetben latin nyelvű tankönyvekből oktaták. Az alapfokú oktatásban még 1925–1941 között is a természettan (ásványtan!) tárgyhöz kapcsolódott. Az első magyar nyelvű vegytankönyv 1847-ben jelent meg Irinyi János közreműködésével „A vegytan elemei” címmel Nagyváradon, gimnáziumok és a középszintű iskolatagozatok számára.

1848-ban Berde Áron: „A kémia iskolája” című könyve gimnáziumok és középszintű iskolatagozatok számára jelent meg Kolozsváron. A kémia önálló tantárgyként a középfokú oktatásban 1926-ban jelent meg a reáliskolákban, majd 1938-tól a gimnáziumok felsőbb osztályaiban is oktatják.

Összefoglalva

Agyarországon a kémia bölcsője a XVIII. században az európai hírű Selmecbányán és Nagyszombaton ringott. Mindezek ellenére az elemi és középiskolai oktatásban a kémiának nem jutott nagy szerep. A hazai iskolarendszer első egységes szabályozását jelentő Ratio Educationis (1777) nem vezette be a gimnáziumokba a kémiát mint külön tantárgyat. A természetrajz nevű tárgy ásványtan, növénytan és állattan mellett némi kémiai ismeretközlést is adott, ahogy ez a korabeli természetrajz tankönyvekből megállapítható. Valószínű, hogy egyes iskolákban – a szertári állományokból következtetve – a tanár már kísérleteket is bemutatót. Különösen igaz ez a debreceni református kollégiumra, amelynek neves professzora volt Hatvani István.

1815-ben Cse-Szombathy József a debreceni kollégiumnak alapítványt tett, hogy külön ásvány-, növény-, vegytani tanszéket állítsanak abból fel, méghozzá úgy, hogy e tárgyakat magyar nyelven oktatják. E tanszék első tanára Kerekes Ferenc lett. Kémiai ismeretek oktatása lényegében a világháborúig csupán a természetrajz és kisebb mértékben a fizika keretén belül történt a gimnáziumokban. Külön kémia tárgy a múlt század közepén alakult reáliskolák tanrendjében szerepelt először. A két háború közt, de kiváltképpen 1945 utáni tantervekben a kémia már állandóan szerepelt, de a számtalan oktatási reform szerint hol fokozottabb, hol kisebb súllyal.

A téma kibővített illusztrált változata megtekinthető Várpalotán, a Magyar Vegyészeti Múzeumban a Honfoglalás 1100. évfordulójának tiszteletére rendezett kiállításon.

„Arra születünk, hogy a Föld sebeit begyógyítsuk, s játsszunk csak tovább, csak tovább...”
(Adamis Anna)

Dr. Hannus István és Dr. Kiricsi Imre

A zeolitok karrierje*

II. Ioncserélők

A zeolitok egyik alapvető tulajdonsága – amint a sorozat első részében már említettük [1] –, hogy a szilikát vázban lévő alumínium negatív töltését kompenzáló kationok (többnyire nátriumionok) más kationra cserélhetők. Ennek révén azt mondhatjuk, hogy a periódusos rendszer bármely eleme – megfelelő formában – elvben bevihető a zeolitokba ioncserével.

Ioncsere-egyensúly

Ha az ioncserélő anyag olyan elektrolittal érintkezik, amely az ioncserélő saját ionjaitól eltérő ionokat is tartalmaz, akkor az illető ionok közötti versengés eredményeképpen a rendszerben ioncsere reakció játszódik le.

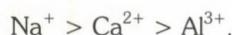
Az, hogy az egyensúly milyen irányban és mértékben tolódik el az azonos értékű ionok esetén elsősorban az illető ionok minőségétől függ. Az ionok megkötődésének erőssége a liotróp sort követi:



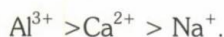
illetve:



Ha az egymással versengő ionok különböző értékűek, akkor döntő szerepe van az oldat koncentrációjának. Tömény oldatokban az egyértékű ionok kötődési hajlama a legnagyobb:

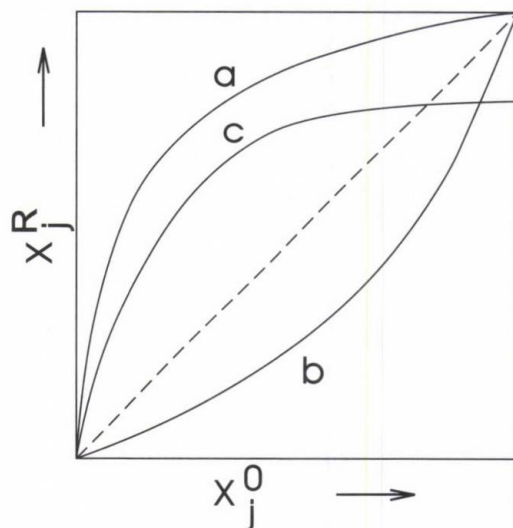


Híg oldatokban a helyzet fordított:



Pl. a vízlágyításnál az előbbi két szabályszerűség igen nagy jelentőséggel bír. A természetes vizek ugyanis meglehetősen híg elektrolitok, ezért a Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok megkötődése a rendszerint Na-formájú ioncserélőn kedvezményezett. A regenerálást viszont tömény NaCl-oldattal lehet elvégezni.

Az ioncsere szemléletesen az ioncsere izotermákkal jellemezhető, amint az 1. ábra mutatja. Az izoterma rögzített hőmérsékleten megadja, hogy az oldatfázis x_j^0 egyenértéktörtjének függvényében miként alakul az ioncserélő x_j^R egyenértéktörtjének egyensúlyi értéke. Az *a* görbe azt az esetet szemlélteti, mikor az ioncserélőn kedvezményezett a *j*-edik ion megkötődése, a *b* görbe viszont azt, amikor az oldatban nagyobb a *j*-edik ion mennyisége. Ha ezt az iont akarjuk eltávolítani az oldatból, akkor nyilvánvaló, hogy olyan ioncserélőt kell választanunk, amely a típusú izotermával jellemezhető.



1. ábra

Jellegzetes ioncsere izotermák

* A következő számokban folytatjuk!

A c görbe azt a zeolitokra is gyakran jellemző esetet szemlélteti, amikor az ioncserélő nem minden ionja cserélhető le a kívánt j-edik ionra.

Zeolitok mint ioncserélők

Radioaktív vizek kezelése

Az atomreaktorok működtetése során a hűtővizekben a ^{137}Cs és a ^{90}Sr mennyisége szaporodhat fel, megkötésük és eltávolításuk ioncserélőkkel történik. Az így koncentrált radioaktív hulladékot betonba ágyazva tárolják. Ha zeolitokkal végzik az ioncserét, akkor később a betonból való kioldódás veszélye sokkal kisebb egy szintén alumínium-szilikát (zeolit) esetén, mint szerves ioncserélő műgyantát használva [2].

A Csernobilban történt katasztrófa után nagy mennyiségben használták fel a Kárpátalján bányászott természetes zeolitot hasonló mentesítésre.

Vízlágyítás

Jismeretes, a vizek keménységét okozó Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok káros hatása. Ez abban jelentkezik, hogy az ilyen vizet forralva oldhatatlan karbonátok válnak ki és az edény falán vízkő formájában lerakódnak. Ez káros azért, mert a vízkő rosszul vezeti a hőt, tehát az ilyen edényben a víz felmelegítéséhez több energia kell, ami manapság egyáltalán nem közömbös. De ennél nagyobb baj is keletkezhet. A karbonátok hőtágulása más, mint az edény (pl. gőzkazán) falát alkotó fémé, ezért a vízkőréteg időnként megreped és a víz a túlhevült fallal érintkezve hirtelen gőzzé alakul. Ha ez nagyobb területen következik be egyszerre, akkor még kazánrobbanáshoz is vezethet.

A mosószerek használata a másik terület, ahol a vizek keménysége káros. A mosószerek aktív komponensei hosszú alkalláncú savak alkáli sói, így vízben oldódnak. A hagyományos szappan, melyet dédanyáink még állati zsíradékok lúgos főzésével készítettek, 16 vagy 18 szénatomos karbonsavak nátrium sói. A szintetikus mosószereket általában szénhidrogének szulfonálásával állítják elő, majd ennek képezik a nátriumsóját.

A vízben lévő Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok a mosószerek aktív komponensével oldhatatlan sókat képez-

nek, így azok nem tudják kifejteni tisztító (emulgeáló) hatásukat. Ez a folyamat addig tart, amíg az összes Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ion el nem fogy, tehát a kemény víz többlet-mosószerfogyasztást eredményez. (A mosóporos dobozon lévő használati utasítás szerint is figyelembe kell vennünk a víz keménységét az adagolásnál.)

Hogyan távolíthatók el a vízből a keménységet okozó Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionok, azaz hogyan történik a vízlágyítás?

Az ipari vizek lágyításának legolcsóbb módja a kicsapásos eljárás. Meszet, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ és szódát, Na_2CO_3 adva a lágyítandó vízhez a keménységet okozó ionok rosszul oldódó karbonátok alakjában kicsapódnak és szűréssel eltávolíthatók. A módszer előnye, hogy nagy mennyiségű vizet lehet olcsón lágyítani, hátránya, hogy a karbonátok oldhatóságának megfelelő Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ion marad a vízben.

Tökéletes lágyítás, akár ionmentes víz is ioncserével érhető el. Az első vízlágyításra használt ioncserélők a permutitok voltak. Ezek amorf Na-Al-szilikátok, amelyek Na^+ -tartalmukat cserélik ki Ca^{2+} - és Mg^{2+} -ionokra. Ezeket a hatékonyabb műgyanták váltották fel, amelyek szerves polimerek, szénláncukon kation- ill. anioncserélő aktív csoportokkal. Lágyításhoz általában elég a nátriumforma alkalmazása, de ivóvíznél szükséges lehet az anionok eltávolítása is, pl. nagy nitrátszennyezettű vizeknél. Teljesen ionmentes víz pedig úgy állítható elő, ha hidrogén formájú és hidroxid formájú gyantán egyaránt átengedjük a vizet, amikor is a kationok helyett H^+ -ion, az anionok helyett OH^- -ion kerül a vízbe, és a kettő közömbösítve egymást ugyancsak vizet eredményez.

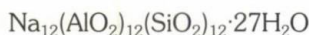
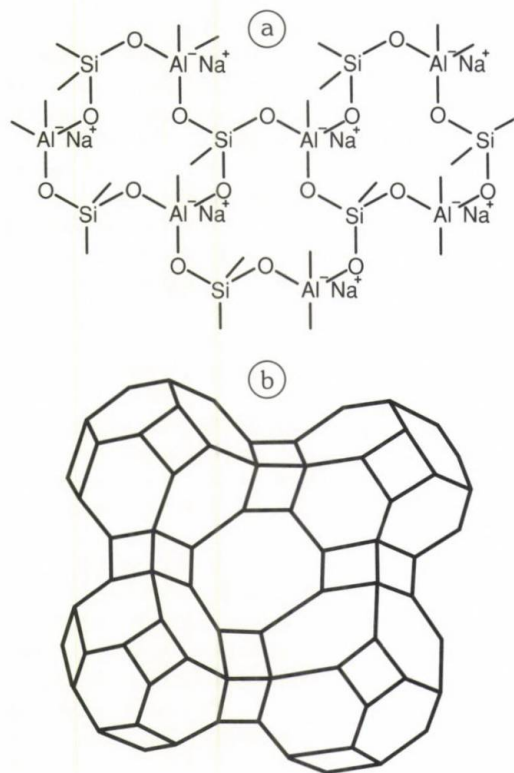
Az ioncserélő műgyanták használata vízlágyítás céljára hatásos, de drága módszer, ezért általában úgy járnak el, hogy a meszes-szódás eljárással előlágyított vizet viszik ioncserélő oszlopokra.

A harmadik, széles körben használatos vízlágyítási módszer nem távolítja el a vízből a keménységet okozó ionokat, hanem komplexbe viszi és így a vízben maradnak ugyan, de nem tudják káros hatásukat kifejteni. A II. világháború után terjedt el a nátrium-tripolifoszfát ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) mint komplexképző használata. Ilyen foszfátadalék volt a Szolnokon gyártott TOMI mosóporokban is.

A 80-as évekre egyértelművé vált, hogy a természetes állóvizek, így a Balaton algásodásáért (eutrofizáció) is elsősorban a foszforszennyezés a felelős, ami műtrágyákból és nem utol-

sórsorban a mosószerekből kerül a vízbe. Az az ellentmondásos helyzet alakult ki, hogy az egyébként hatékony tisztítószerek komoly környezet-szennyezők. Mivel lehet helyettesíteni a foszfátokat? Nem komplexképző, hanem ioncserélő adalékanyagokat kell tenni a mosóporokba a keménységet okozó ionok eltávolítására. Az Egyesült Államokban és Nyugat-Európában ma már több százezer tonna zeolitot használnak mosópor-adalékként. Néhány éve, a nyugati mosóporok hazai áradatának egyik oka az volt, hogy a szigorúbb előírások szerint Nyugat-Európában már nem forgalmazhattak csak foszfátmentes árut, a magyar piac pedig még nyitva állt a környezetszennyező, de egyébként kiváló minőségű termékek előtt. A nagy cégek ezt agresszív reklámhadjáratokkal ki is használták. Ma már a Henkel által megvásárolt szolnoki gyár is zeolitos mosóport gyárt.

Fenti célra, a cikksorozat első részében már említett „A” típusú zeolit Na-formájának használata



2. ábra

Az A típusú zeolit szerkezete és összetétele

ta terjedt el, mivel tömegegységre vonatkoztatva ennek a legnagyobb az ioncsere-kapacitása. (Szerkezete és összetétele a 2. ábrán látható.) A zeolit, a mosópor részeként a vízbe szórva gyorsan kicseréli a keménységet okozó ionokat Na⁺ ionokra, és így biztosítja a mosószér hatékonyságát.

Széles körű, alapos vizsgálatok bizonyítják, hogy sem használatkor, sem utána a környezetre nem fejt ki káros hatást. A természetes vizekbe jutva mint alumínium-szilikát fokozatosan a talaj részévé válik. Ezt mutatja a következő oldalon lévő séma.

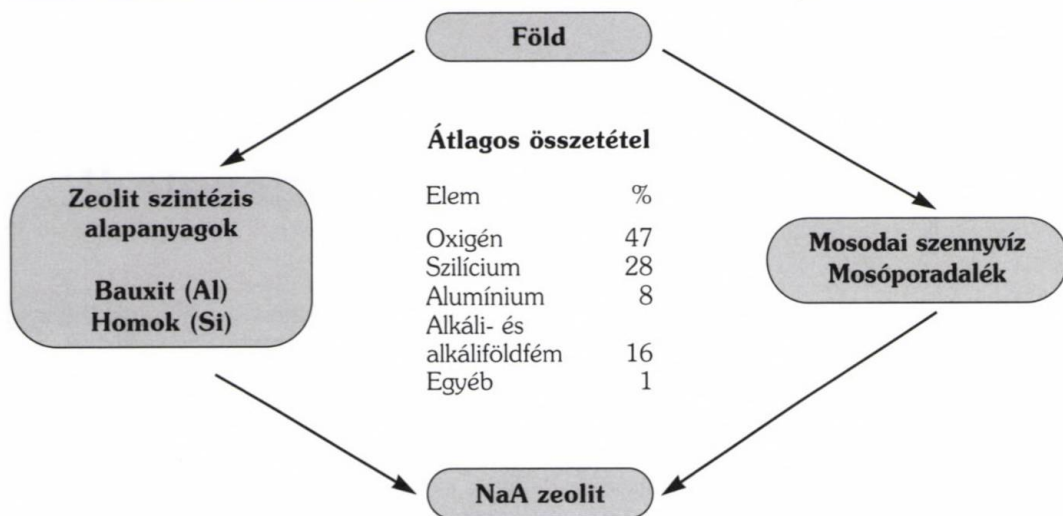
Az eddig ismertetett előnyös tulajdonságai ellenére a NaA zeolit nem tudja tökéletesen helyettesíteni a foszfátadalékokat. A Ca²⁺-ion megkötő képessége kiváló, de a Mg²⁺-ionokat termodinamikai és kinetikai okok miatt egy mosás ideje alatt nem tudja tökéletesen eltávolítani. Ennek döntően az az oka, hogy a Mg²⁺-ion kisebb ugyan, mint a Ca²⁺-ion, de hidrátburka nagyobb és erősebben kötött, ezért diffúziója az A zeolit pórusaiban lassúbb. Ezen a problémán más típusú, pl. NaX zeolit hozzáadásával lehet segíteni.

A mosás utáni öblítés során jelentkezik egy másik gond. Az ugyanis, hogy az A zeolit köbös, kocka alakú szép, szabályos kristályai (amint az elektronmikroszkópos felvételek mutatják a 3. a ábrán) a határozott élek és csúcsok miatt könnyen megtapadnak a textíliák szálain, nehezen távolíthatók el és mechanikailag is ronszolják az elemi szálakat. Ezt azonban sikerült a szintézis során bevezetett módosításokkal úgy megoldani, hogy a 3. b ábrán látható, levágott élű és csúcsú kristályok keletkezzenek, amelyek már nehézség nélkül kiöblíthetők a ruhából.

Amint az előző cikkben már említettük hazánkban Ajkán gyártanak NaA zeolitot 20 ezer tonna/év mennyiségben.

Mezőgazdasági hasznosítás

A természetes zeolitok keletkezésük során sokféle fémiont kötöttek meg ioncsere pozícióban, azaz nagy a nyomelemtartalmuk. Ezen tulajdonságuk az alapja annak, hogy a nagy bányászható készletekkel rendelkező országokban (USA, Japán, Kuba stb.) talajjavítóként ill. állati takarmányok adalékanyagaként is széles körben használják [2]. Magyarországon is folytak néhány éve biztató nagyüzemi kísérletek ezen a téren [3]. A mezőgazdaság átalakulásával ezek abbamaradtak, és ma csak a kisállattenyésztők találkozhatnak zeolit alapú termékekkel.

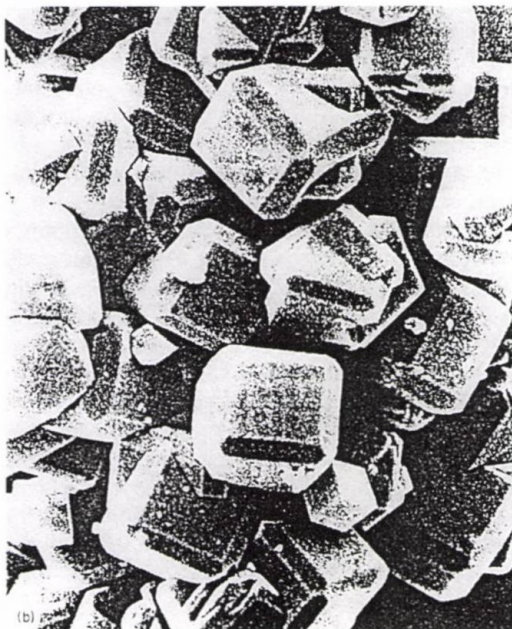


Módosítás ioncserével

A zeolitok katalitikus tulajdonságait illetve pórusméretét, és ezzel adszorpciós sajátosságait is nagymértékben lehet változtatni különböző tulajdonságú és méretű ionok becserélésével. Ez azonban már átvezet bennünket a következő rész témájához.

Irodalom

- [1] HANNUS I.–KIRICSI I.: *A kémia tanítása*. 4. szám, 1996. 3. o..
- [2] A. DYER: *An introduction to zeolite molecular sieves*. John Wiley, New York, 1988.
- [3] *Hazai természetes zeolitok kutatása és felhasználása*. (Szerk. Hlavay József) MTA VEAB, Veszprém, 1987.



3. ábra

NaA zeolit kristályok eredeti, köbös formában (a) és levágott éllel, csúcsokkal (b)

Buzás Norbert

A vegyi fegyverkezés rövid története III.

A kábítószer mint harcanyagok

Fezredekkel ezelőtt már gyűjtögető őseink is felfigyelhettek rá, hogy egyes növények elfogyasztása felettébb kellemes hangulatot, esetenként furcsa látomásokat idéz elő. Számos – a természettel nálunk sokkal nagyobb összhangban élő – közösség életében ma is számottevő gyógyító és vallási szerepet töltenek be a különböző növényi főzetek.

Századunk biokémiájának fejlődése tette lehetővé, hogy mára számos növényi hatóanyag szerkezete – és néhány esetben a hatásmechanizmusa is – ismertté vált. Ennek eredményeként ma már a laboratóriumokban előállított szintetikus anyagok is képesek a természetesekkel azonos, vagy azokhoz nagyon hasonló tüneteket kiváltani. Az ilyen kutatásokon alapul egyes kábítószeres harcok alkalmazása, azaz a pszichotoxikus hadviselés.

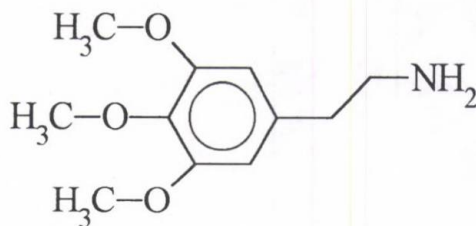
A második világháború alatt a szembenálló felek a fegyverezéskor tekintetében „nyílt kártyákkal” játszottak, hiszen a végső győzelem érdekében mindenki igyekezett a leghatékonyabbat, a legmodernebbet felvonultatni akár félkész is, ha az számottevő sikerrel kecsegtetett.

A világháború lezárását követően azonban a helyzet döntően megváltozott. Az erőegyensúly eltolásának szándéka a hidegháborús években is folyamatos munkára készítette a fegyverek fejlesztőit, azonban ezek a munkálatok a legteljesebb titoktartás mellett folytak. Az új fegyverekkel, a harci potenciállal kapcsolatos információk értéke az ötvenes években hallatlanul felértékelődött, s így megszerzésükre is minden eddiginél többet áldoztak a különböző kormányok. A kémkedés módszerei robbanásszerű fejlődésnek indultak, s a hírszerzők ill. a kémelhárítók eszköztárába bevonultak az idegrendszerre ható toxikok, a kábítószeres.

A kábítószeres harcok olyan anyagok, melyek a központi idegrendszerre hatva korlátozzák a szellemi tevékenységet és a cselekvőképességet, hallucinációkat, víziókat, személyiségzavarokat

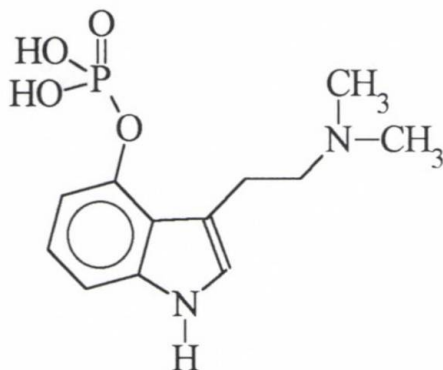
idézhettek elő. A katonai alkalmazás lényege, hogy egyes szerek fokozzák a harci kedvet, csilapítják az éhség- és szomjúságérzetet, növelik a fájdalomtűrő-képességet. Léteznek olyan vegyületek is, melyek hatása alatt álló személy akár teljesen elveszítheti uralmát saját akarata felett, s vállalói minden kérdésére ellenállás nélkül szolgáltat információkat.

A természetes hallucinogének családjának egyik fontos tagja a **meszkalin**. A Közép-Amerikában vadon termő – s azték nyelven peyotl (fehér szőrű) néven ismert – kaktuszfajták levelének csúcsában feldúsuló vegyület a mai napig is vallási ceremóniák elengedhetetlen kelléke. Az indiánoknál akár napokig eltartó kábulatot okozhat, melyben vidám látomásaik során magukat sebezhetetlen harcosoknak érzik. A meszkalin eufórikus állapotot idéz elő, sokszorosára emeli a tűrőképességet, azonban a vegyület jelentősen csökkenti a szomjúságérzetet, így huzamosabb alkalmazása könnyen kiszáradáshoz vezethet.



meszkalin

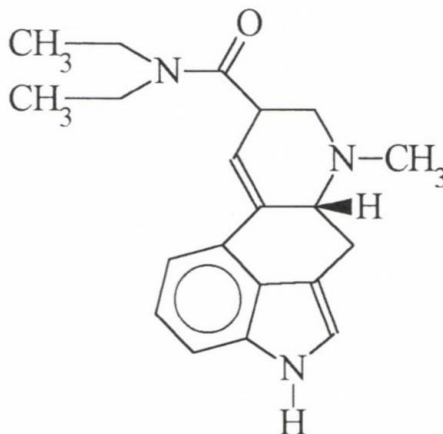
A mexikói „isteni gomba”, a Psilocybe mexicana két alkaloidot is tartalmaz: a **pszilocibint** és a belőle biológiai úton képződő pszilocint. Kettejük között a különbség csak annyi, hogy a pszilocibin fenolos hidroxilcsoportja foszforilezett. A meszkalinnál erősebb hatású pszilocibin vízben jól oldódik. Fogyasztása színlátomásokat, tudathasadást és fokozott fényérzékenységet okoz. Az „igazmondószeres” egyik legjelentősebb képviselője, elterjedten alkalmazták az elfogott ügynökök vallatásakor.



psilocybin

A legelterjedtebben használt – és egyben az egyik legveszélyesebb – hallucinogén az **LSD** (lizergsav-dietilamid). A pázsitfűfélék, főleg pedig a rozs kalászában elősködő tömlősgomba, az anyarozs 12 indolvázias alkaloidot tartalmaz. Néhányból ma is használatos gyógyszert állítottak elő, például hipertónia vagy migrén kezelésére. Az anyarozs alkaloidok alapvegyülete a lizergsav. Már enyhe körülmények között számos molekulával reakcióba lép, így a gyógyszer-tani kutatások homlokterébe került. Dietilamid-származékának, az LSD-nek hallucinogén hatásait Hoffmann, a svájci Sandoz gyógyszer-gyár kutatója véletlenül fedezte fel 1943-ban. Az akkoriban ismert legerősebb természetes hallucinogén „hatásos” adagja századrésze a psilocybinénak, s mintegy 5–10 000-szer kevesebb, mint a meszkalin esetén. A szer pontos hatásmechanizmusa még ma sem ismert, de any-

nyi bizonyos, hogy számos különböző receptorhoz egyaránt kötődik. Alkalmazása majd mindig egyik érzékszerv működésében zavarokat okoz: a pupillák kitágulnak, a pulzus felgyorsul, a vér-cukorszint emelkedik, tájékozódási zavarok lépnek fel térben és időben, tudathasadás, majd depressziós állapot alakulhat ki.



LSD

Az LSD az 1960-as években hihetetlenül gyorsan terjedt, főleg az Egyesült Államok fiatalsága körében. Ezt látván az LSD-analógokkal foglalkozó kutatásokat a gyógyszer-gyárak leállították, s a kísérleti mintákat zárolták. Az elmúlt években azonban újra kezdődtek az ilyen irányú kutatások, s mára már az LSD-nél aktívabb vegyületeket is sikerült szintetizálni.

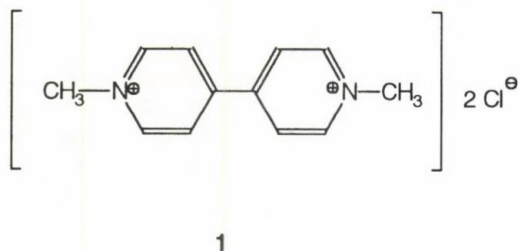
Kálai Tamás

Egy szabad gyökről egy herbicid kapcsán

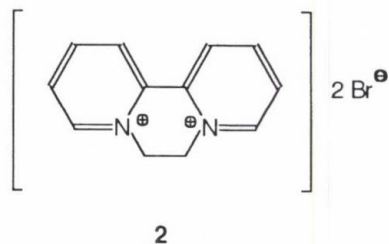
A mezőgazdaságban a jobb termés-hozamok elérése érdekében széleskörűen alkalmaznak kemikáliákat: műtrágyákat, növényvédő szereket és növekedést elősegítő anyagokat. Ezeknek az anyagoknak a használata számos környezetvédelmi problémát is felvet [1, 2, 3]. Jogosan kérdezzük, hogy a kipermetezett illetve kiszórt vegyszerekkel mi történik a továbbiakban, milyen veszélyeket jelentenek a fogyasztók számára. Ki lehet-e

mutatni kellő biztonsággal a vegyszer-maradékokat? Ezekre a kérdésekre keresünk választ az alábbiakban a híres-hírhedt Paraquat (Gramoxon) esetében.

A herbicidek (gyomirtó szerek) egyik csoportját képviselik a bipiridil herbicidek (viologének). Ilyen vegyület a Paraquat (1,1'-dimetil-4,4'-bipiridil-diklorid) **1** és a Diquat (1,1'-etilén-2,2'-bipiridil-dibromid) **2** [4, 5] (1. ábra). Ezeket a vegyületeket Magyarországon Gramoxon illetve Reglon



Paraquat-diklorid



Diquat-dibromid

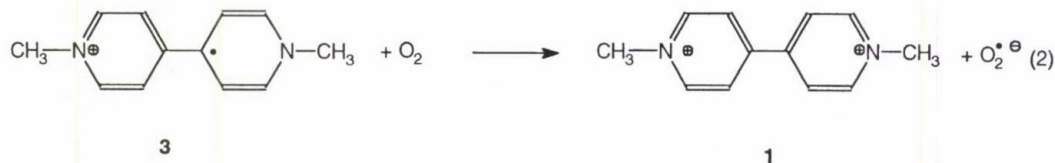
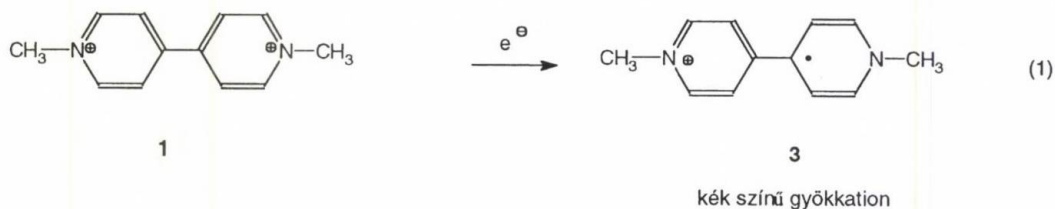
1. ábra

néven forgalmazták, használatukat azonban hivatalosan betiltották a sok baleset illetve mérgezés miatt. A Paraquat már 1932 óta ismert [6]. Eleinte redox indikátorként alkalmazták, a herbicidként való hasznosítás mellett az utóbbi időben próbálkoznak származékainak a víz fotoredukciójában történő felhasználásával is [7].

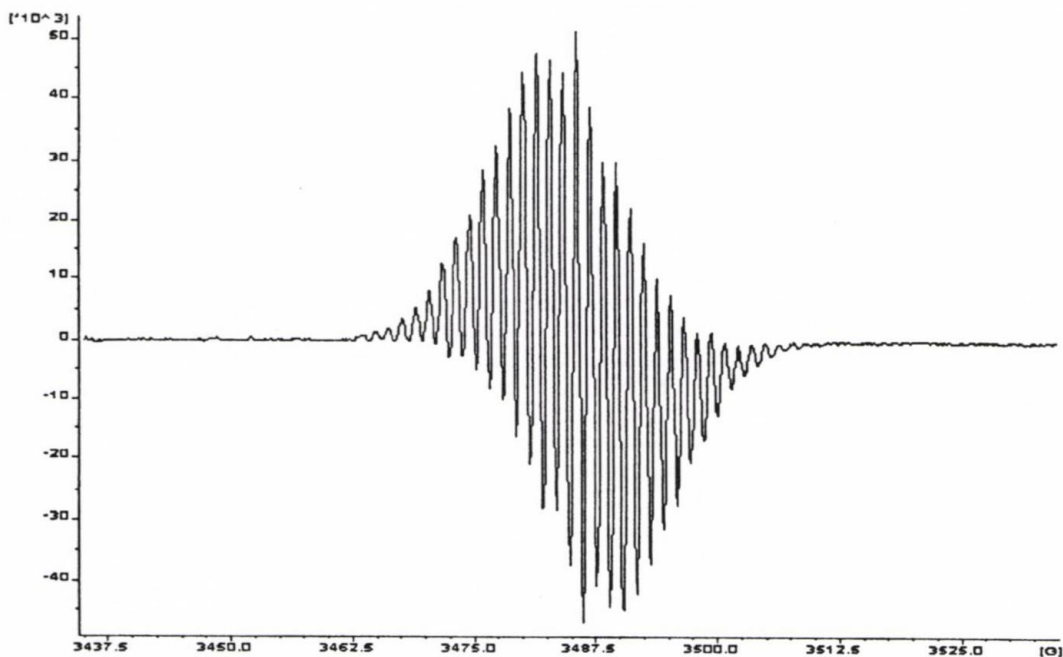
Hogyan hatnak a viologének mint herbicidek? A viologének széles spektrumú gyomirtó szerek, ún. lombtalanító (defoliáló) szerek, minden zöld növényt elpusztítanak, aminek a levélzetére jutnak. Hatásmechanizmusuk a következő: a Paraquat bejut a kloroplasztba és egy elektront felvesz a ferredoxin–NADP-reduktáztól vagy az I. fotorendszer enzimjeitől, és a gyökkationos forma **3** keletkezik (1). A továbbiakban a kloroplasztban levő oxigénnel reakcióba lép és a gyökkationos forma visszaoxidálódik Paraquattá miközben szuperoxid gyök keletkezik (2). A folyamat ezután újból indul (2. ábra). A keletkező szuperoxid gyököt a szuperoxid diszmutáz hidrogén-peroxiddá alakítja, de mivel a kloroplasztok

nem tartalmaznak katalázt, amely a hidrogén-peroxidot elbontaná, így az a glutationt és az aszkorbátot oxidálja és ezen keresztül dezaktiválja a Calvin-ciklus enzimjeit, mint például a fruktóz difoszfátáz enzimet, végül leáll a CO₂-megkötés. A szuperoxid gyökök, illetve a hidrogén-peroxid jelenléte lipid-peroxidációt is eredményez, ami a sejtorganellek falának roncsolódásához vezet (mivel ezeket zsírsavak építik fel), így ezek tartalma kijut az intracelluláris térbe, tovább siettetve ezzel a sejt katasztrófáját [8].

Miért és hogyan veszélyesek a viologének az állatokra és az emberre? A Paraquat szerencsére lassan szívódik fel a tápcsatornából, így mérgezés esetén gyomormosással a mérgezett élele megmenthető. Más a helyzet, ha ezek az anyagok a tüdőbe jutnak. Itt a tüdőszövetek roncsolása révén ödémát idéznek elő, illetve leállítják bizonyos, a tüdőben termelődő felületaktív anyagok szintézisét, amelyek a légzést hivatottak elősegíteni. Ennek a két hatásnak az eredője révén megszűnik a gázcseré és a beteg megfullad.



2. ábra



3. ábra

Paraquat gyökkation 3 ESR spektruma lúgos metanol/víz oldatban

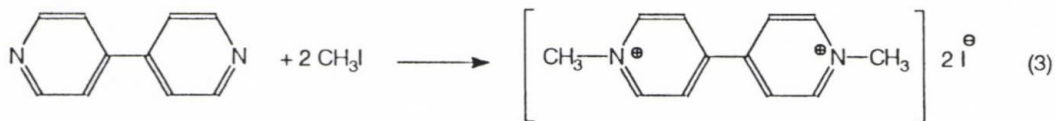
A mérgezést az is elősegíti, hogy a granuláris pneumociták és feltehetően a tüdő más szövetei is akumulálják (azaz koncentráció-gradiens ellenében is megkötik) a Paraquatot.

A herbicid hatásnak fontos kritériuma a gyökkationos forma 3 létrejötte, ez viszont csak olyan struktúrában alakul ki, amely lehetővé teszi a párosítatlan elektron delokalizációját, vagyis stabilizálja a gyököt [9]. Mivel a 3,3'-bipiridilek erre (szemben a Paraquattal és a Diquattal) nem képesek, ezért herbicid hatásuk nincs is [5]. Hogy itt valójában gyökkation megjelenéséről van szó, arra bizonyítékkal szolgál, hogy a Paraquattal kezelt növények leveleinek kivonatából oxigénmentes körülmények között (erre azért van szükség, hogy a gyökkation ne oxidálódhasson vissza) ESR-spektrumot készítettek (3. ábra). Ezt a spektrumot kapjuk akkor is, ha az alábbi kísérletben leírt kék színű oldatról ESR-felvételt készítünk [10,11]. Érdeemes megfigyelni a spektrum nagymértékű fel-

hasadását, mert ez azt tükrözi, hogy a párosítatlan elektron nemcsak a 4-es szénatomon helyezkedik el, hanem delokalizálva van az egész *p* elektron-rendszerben és csatol a két N-atommal és a nyolc H-atommal [12].

Mindez hogyan demonstrálható az órán? Először is el kell készítenünk a Paraquatdijodidot az alábbi recept alapján. *Figyelem! A Paraquat-dijodid is mérgező, bőrön keresztül is felszívódhat, így a kísérletet csak tanárok végezzék gumikesztyűben!*

A Paraquat-dijodid előállítása (4. ábra): 4,4'-bipiridilt (Fluka) 156 mg (1,0 mmol) és 187 mL (3,0 mmol) metil-jodidot száraz *i*-propanolban (5 ml) 1 órán keresztül visszafolyatós hűtő alatt főzünk (fülke). Lehűlés után az oldathoz étert adunk (8–10 ml). A kivált narancssárga kristályokat szűrjük, kevés éterrel (3–4 ml) mossuk, majd üvegszűrőn vagy Büchner-tölcséren szűrjük, levegőn szárítjuk. Termelés: 400 mg, (90 %). Op.: 255–257 °C.



4. ábra



5. ábra

Kísérlet a Paraquattal: a bipiridil-dijodidot feloldjuk 3 ml deszt. víz és 1 ml metanol keverékében, majd az oldathoz 4 ml 20 %-os KOH-ot adunk és az oldatot összekeverjük. Kb. 90–120 másodperc múlva az oldat színe kékre változik. Az alkohol, a Paraquat vagy a KOH koncentrációjának változtatásával a reakció indukciós idejét is tudjuk változtatni [13]. Ha ez az idő túl hosszúra nyúlna, akkor inert gáz (N_2 , Ar) átbuborékolatásával vagy – a reakciót szívópalackban végezve – a levegő kiszívásával tudjuk az oldat megkékülését siettetni. Ha az oldaton O_2 -gáz buborékolatunk át vagy a lombikot erőteljesen rázzuk, akkor az oldat ismét sárga lesz a levegő beoldódása miatt. Magyarázat: lúg hatására az alkohol alkoxid ionná alakul (4) és ez redukálja a Paraquatot a gyökkationos formává (5), de amíg az oldat tartalmaz oldott oxigént, addig a kék szín nem jelenik meg, mert a gyökös forma mindig visszaoxidálódik Paraquattá (2). Ha az oxigén elfogyott, akkor jelenik meg csak a kék szín (5. ábra). Oxigén hozzáadásával a gyökös forma visszaoxidálódik, a kék szín eltűnik (2). A fenti kísérleti körülményekhez hasonló tesztek alkalmaznak a növényvédőszer-maradékok analitikájában is a Paraquat kimutatására [13]. A reakció jól párhuzamba állítható a Landolt-reakcióval (hiszen ott is egy indukciós periódus után jelenik meg a jód-keményítő színe), bár itt teljesen más folyamatról van szó [14]. Érdekes kontraszt állítható fel az ún. kéklombik kísérlettel [15]. Ott az oldat összerázás hatására kékül meg és állás közben színtelenedik el annak megfelelően, hogy a metilénkék molekula az oxidált illetve az oldatban levő glükóz hatására a redukált formában van-e jelen.

Összefoglalva

Demonstrációs kísérletünkben azt mutattuk be, hogy környezetvédelmi, agrokémiailag szempontból fontos gyökös mechanizmus szerint ható, széles körben alkalmazott anyagot hogyan lehet kimutatni. Bemutattuk, hogy egyszerű

folyamatban hogyan lehet stabilis szabad gyökös molekulát létrehozni azt igazolandó, hogy szabad gyökös molekulák illetve folyamatok nem annyira unikálisak, mint amennyire azt gondolnánk.

Irodalom

- [1] Bukovinszky L.–Rác I.: A kémia tanítása. IV. évf., 2. szám, 1996. 21. o.
- [2] Szabó L.: Gyógyszerészet. 38., 1994. 835.
- [3] Papp S.–Kümmel R.: Környezeti kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992.
- [4] Bruckner Gy.: Szerves kémia III/1. Tankönyvkiadó, Budapest, 1964. 459.
- [5] Loch J.–Nosticzius A.: Alkalmazott kémia. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983. 322.
- [6] Michaelis, L.–Hill, E. S.: J. Am. Chem. Soc. 55., 1933. 1481.
- [7] Summers, A. L.: J. Heterocycl. Chem. 28., 1991. 827.
- [8] Halliwell, B.–Gutteridge, J. M. C.: Free radicals in biology and medicine. Clarendon Press, Oxford, 1985. 206.
- [9] Kálai T.: A kémia tanítása. IV. évf., 1. szám, 1996. 6. o.
- [10] Kosower, E. M.: Pyridinyl Radicals in Biology in Free Radicals in Biology. Vol. II., (Pryor, W. A. Ed.) Academic Press, New York, 1976. 1.
- [11] Mason, R. P.: Free-Radical Intermediates in the Metabolism of Toxic Chemicals in Free Radicals in Biology. Vol. V., (Pryor, W. A. Ed.) Academic Press, New York, 1982. 161.
- [12] Atkins, P. W.: Fizikai kémia. Tankönyvkiadó, Budapest, 1992. 558.
- [13] Baker, A. D.–Casedevall, A.: J. Chem. Ed. 57., 1980. 515.
- [14] Rózsahegyi M.–Wajand J.: 575 kísérlet a kémia tanításához. Tankönyvkiadó, Budapest, 1991. 155.
- [15] Rózsahegyi M.–Wajand J.: Kémia itt, kémia ott, kémia mindenhol! Nemzeti Tankönyvkiadó és ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 1995. 218.



Hajós István

Pedagógus-továbbképzés Vas megyében*

A rendszerváltás következtében az elmúlt néhány év alatt – sok egyéb mellett – a pedagógus-továbbképzés régi formái is fokozatosan megszűntek. Napjainkban a megyei szaktanácsadók csak a saját ötleteikre és szervezőkészségükre támaszkodhatnak. Ezért úgy gondoltam, talán hasznos lehet, ha kicseréljük tapasztalatainkat.

Vas megye földrajzi fekvéséből következően, hogy minden tudományegyetem meglehetősen távol van tőlünk, ezzel szemben három szomszédos ország (Ausztria, Szlovákia, Szlovénia) viszont könnyen és gyorsan elérhető. Többek között ez az adottság, valamint a szponzorok támogatásán kívül a kollégák anyagi áldozatvállalása tette lehetővé, hogy az elmúlt hat évben, **1991-96 között 11 helyre látogattak el a megye középiskolai kémiatanárai.** Az utak többsége egynapos volt, de az egyik szlovákiai látogatásunk 3 napot, az erdélyi körutunk pedig 5 napot vett igénybe. Minden esetben **iskola- és óralátogatásokra** is sor került, így lehetőségünk nyílt arra, hogy a hazai és a környező országok kémiatanítását összehasonlítsuk. Szakmai látókörünk tágulását, ismereteink gyarapítását szolgálták a porcelángyárban, az atomerőműben, az olajfinomítóban, a meteorológiai állomáson, a borvizsgáló laboratóriumban, a mezőgazdasági és a kémiai kutatóintézetben, a főiskolákon és egyetemeken tett látogatások. Általános tájékozottságunk, műveltségünk bővülését eredményezték a városnézések, a múzeumlátogatások. Nem lebecsülendő értékei ezeknek a „kirándulásoknak”, hogy viszonylag hosszú időt töltenek együtt a kollégák, így lehetőség nyílik egymás megismerésére, a problémák megvitatására, a tapasztalatok kicserélésére.

Minthogy a legelevenebben él bennem a legutolsó, 1996. novemberi továbbképzésünk emléke, ezért erről egy kicsit részletesebben is beszámolok. A megye 37 középiskolai kémiatanára az **Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudo-**

mányi Karának Kémiai Tanszékcsoportjához látogatott el. Az itt elhangzott érdekes előadások és bemutatók nemcsak a tanárok szakmai ismereteit gazdagították, de sok olyan információt is tartalmaztak, amelyek felhasználásával megragadható a tanulók figyelme a kémia, a fizika és a biológia órákon. A tanszékcsoport vezetője, **dr. Lévy Béla** professzor azt az utat vázolta fel, ahogy néhány milliárd évvel ezelőtt, a nagy bumm után létrejöttek a világegyetemben ma előforduló elemek. **Dr. Knausz Dezső**, egyetemi docens előadásának a címe is izgalmas: Bio, nem bio? Vegyem, ne vegyem? Az elhangzott sok érdekesség mellé listát kaptunk a környezetünket szennyező rákkeltő anyagokról, valamint a rákkeltő anyagok ellen dolgozó élelmiszerekről. **Dr. Szalay Roland**, tanársegéd előadásának a címe igen aktuális és figyelemfelkeltő: Kémia a bűnüldözésben. Bepillantást nyertünk abba a vitába, amely a kémiai vizsgálati módszerek fejlődésével többször fellángolt: megmérgezték-e Napóleont, vagy sem. **Dr. Riedel Miklós** egyetemi docens és **Főző Attila** doktorandusz bemutatta az érdeklődőknek az épületben szerkesztett elektronikus kémiaoktatási újságot, a KATIONT. **Dr. Rózsahegyi Márta** és **dr. Wajand Judit** docensek kísérleti bemutatóján – többek között – azt láthatták a résztvevők, hogy a szappanbuborék is hasznos demonstrációs eszköz lehet éppen a legnehezebb témakör, az atom- és molekulaszervezet tanításához. A tanszékcsoport számos nagyműszere közül az NMR működését és felhasználhatóságát mutatta be **dr. Csámpai Antal**, tudományos főmunkatárs.

A kellemes és hasznos nap örömteli percei voltak azok, amikor rég nem látott egyetemi oktatóinkkal és az ELTE TTK-n tanuló volt tanítványainkkal találkoztunk.

Több év tapasztalata alapján ajánlom a megyénkben igen jól bevált kirándulással egybekötött szakmai továbbképzést.

* A Vas megyei kémiatanárok rendezvénysorozatát példaértékűnek tartjuk. A szerkesztőség örömmel venné ha más régiókból hasonló beszámolók érkeznének!

Magócs Éva

Szakvezetőtanár-képzés a JATE-n

1 996 tavaszán a szegedi József Attila Tudomány Egyetem Természettudományi Kara az országban elsőként szakvezető tanári képzést hirdetett. Kémiából kilencen jelentkezünk és október elején megkezdjük a munkát.

A képzés négy konzultációs alkalmat jelentett az egyetemen, péntek reggeltől szombaton 14 óráig tartottak ezek a foglalkozások. Sokan közülünk hazajöttek a JATE-ra, hiszen már a diplomájukat is itt szerezték, így otthonosan jártak a tantervezéseken, ismerősként üdvözölték előadóinkat. A Debrecenben végzettkben – köztük bennem is – nagyobb volt a kíváncsiság a szegedi tanárképzés iránt. Vajon miben különbözik a két egyetem, hogyan segítik Szegeden a tanár szakos hallgatókat?

Ízelítőt kaptunk ebből, hiszen három teljes napot töltöttünk a Ságvári Endre Gyakorló Gimnáziumban. Két csoportban dolgoztunk, öten **Blázsikné Karácsony Lenke** vezetőtanárnőhöz kerültünk és az ő irányításával betekintést nyertünk a gyakorlóiskola életébe és a vezetőtanári munkába. Igazán nem irigyeltem azokat a tanárjelölteket, akiknek óráját alkalmanként 5–6 gyakorló tanár elemezte, ízekre szedve az óra minden mozzanatát, néha háromszor negyvenöt percen át. Bizonyára nem kis próbatétel volt számukra a tanítási gyakorlatuknak ez az időszaka.

Egy dolgot a hosszú elemzések alatt – melyeket mindig nagyon udvariasan és türelmesen végighallgattak – biztosan megtanultak: nincs királyi út a különböző témák tanításában. A lényeg, hogy eredményesek legyünk, vagyis a diákjaink tanulási folyamatát segítsük.

Az órák megbeszélése során kiderült, hogy öten ötféleképpen tanítjuk az elektrolízist vagy éppen az elektronaffinitást, hogy csak a legkényesebb témákat említsem. Így váltak ezek a beszélgetések mindnyájunk számára hasznossá, hiszen módszereket, kísérleti ötleteket, apró trükköket tanultunk egymástól.

Az óra-előkészítések hospitálása során megérezhettük, hogy mennyi önuralmat kíván a vezetőtanártól, a hallgatók óravázlatainak minél teljesebb mértékben való elfogadása, óvatos és mértékletes korrigálása. Ugyanakkor jó volt hal-

lani a hallgatók ügyes ötleteit és látni igyekeztüket, hogy mi mindent szeretnének megtanítani egyetlen óra alatt.

Szívesen megnéztük volna a szakvezető tanárnőnk óráit is, de sajnos ez nem szerepelt a programunkban, talán majd a következő ilyen kurzuson erre is sor kerül.

A szombat délelőttök és a negyedik konzultációs alkalom előadásokkal telt, így a gyakorlóiskolában szerzett praktikus ismereteink mellett elméleti felkészültségünk is gyarapodott.

Az előadások témáit a program kidolgozóí úgy választották meg, hogy a módszertani segítségnyújtáson túl új ismereteket kapjanak azok a kollégák is, akik csupán néhány éve végezték el az egyetemet.

A szakmai előadások közül **Plánkáné dr. Szabó Terézia** előadása a kémiai anyagvizsgálat módszereiről és **dr. Erdőhelyi András** a környezetünk radioaktív izotópjairól tartott előadása tűnt számomra a leghasznosabbnak.

Szabó Terézia előadása elméletileg is kapcsolódott a korábbi fizikai-kémia ismereteimhez, ugyanakkor jól megalapozta a későbbi laborlátogatásokat.

Erdőhelyi Andrástól pedig sok olyan konkrét adatot hallottunk, amelyet tanítványainknak továbbadva realisabb képet alakíthatunk ki, a bennünket érő radioaktív sugárzásokról.

Ugyancsak nagyon érdekes volt **dr. Bor Zsolt** előadása a látás fizikájáról, amit együtt hallgattunk a más szakos vezetőtanár-jelöltekkel. Érdekes és számomra nagyon szimpatikus szemléletet tükrözött ez a megoldás, hogy egyszerre hallotta biológus, földrajzos, matematikus, fizikus és kémikus ugyanazt az előadást, több témából.

Ez követhető lenne a középiskolákban is, bizonyos átfogóbb témakörök tanításánál, talán így egységesebb képet alakíthatnánk ki a diákjainkban. A látás többirányú értelmezése mellett az energiáról, a kódolásról vagy akár a vízről is taníthatnánk egy időben különböző tantárgyi megközelítésben.

Az iskolák új pedagógiai programjaik készítésekor ezt a megoldást is figyelembe vehetik, mint egy lehetséges módszert az *Ember és természet* műveltségi blokk tantárgyainak összefogására.

Ugyancsak a pedagógiai program készítéséhez adott hasznos, friss információkat **dr. Vidákovich Tibor** előadása az alapvizsga és az érettségi vizsga reformjának pillanatnyi helyzetéről. Bár ismertetője szerint mindkét vizsgán háttérbe szorulnak a természettudományos tantárgyak, ami egy kémiatanárnak nem öröm, de tetszetős kihívás olyan módon tanítani, hogy a választható tárgyak között megforduljon ez az arány.



Innen–onnan

(Összeállította: Dr. Tóth Zoltán)

A nitrogén-trijodid szerkezete. A jód és tömény ammóniaoldat reakciójakor keletkező fekete színű robbanóanyag, a nitrogén-trijodid összetételét a következőképpen szokták megadni: $\text{NI}_3 \cdot \text{NH}_3$. Ez az anyag azonban nem tartalmaz NI_3 -molekulákat, hanem olyan NI_4 -egységekből álló polimer, melyhez a negyedik jódatomon keresztül egy-egy NH_3 -molekula is kapcsolódik.

(*Chemical & Engineering News*
1995. július 31. 48. oldal)

Cseppreakciók egy kémcsőben. Mérjünk egy kémcsőbe 20 csepp 0,1 M $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ -oldatot! Adjunk hozzá 10 csepp 0,2 M Na_2CO_3 -oldatot! Halványkék réz(II)-hidroxid-csapadék válik ki. Adjunk a csapadékos oldathoz 12 csepp 1 M sósavat! A csapadék feloldódik. 3 csepp 1,0 M NaOH-oldat hatására a csapadék ismét kiválik. 15 csepp 0,1 M kénsav hozzáadására a csapadék feloldódik. Adjunk az oldathoz 5 csepp 1,0 M KI-oldatot! Barna csapadék ($\text{CuI} + \text{I}_2$) keletkezik. Lassan, állandó

A bevezetőben említettem, hogy mi – csupán kilencen – leginkább a sokféleséget demonstráltuk, így a tantárgyunk jövőbeli helyzetét sem látjuk mindnyájan optimistán, de abban talán egyformán gondolkodunk, hogy a jövőben nemcsak kémiát, hanem kémiatanítást is szeretnénk tanítani a tanárjelölteknek. Az erre vonatkozó elképzeléseinket azok a záródolgozatok tartalmazzák, amelyeket a kurzus végén készítettünk. Ezeket egy kellemes beszélgetésen, **dr. Adamkovich István** vezetésével megbeszéltük és így kiváló minőségű szakvezető tanár szakképzettséget szereztünk.

Bízom benne, hogy lehetőséget kapunk, ennek hasznosítására is!

keverés közben adjunk a csapadékos oldathoz 5 csepp 1,0 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ -ot! Ekkor fehér csapadék (CuI) marad vissza. 15 csepp 3,0 M ammóniaoldat hatására a csapadékos oldat kitisztul, színtelen lesz, a CuI feloldódik. Adjunk az oldathoz egy csepp 3 %-os H_2O_2 -ot! Mélykék színű oldatot kapunk. Végül adjunk a kémcsőbe 5 csepp 0,5 M Na_2S -ot! CuS-csapadék válik ki.

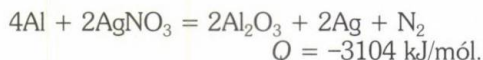
(*Journal of Chemical Education*.
1995/6. 545. oldal)

A vas felszívódásának modellezése. Készítsünk 2-es pH-jú HCl/KCl puffert, ez felel meg a gyomornak. (250 ml 0,20 M KCl-oldatot és 65 ml 0,20 M HCl-oldatot hígítsunk 1 literre!) Kb. 100 ml pufferben oldjunk fel 50–100 mg vasport! A további kísérletekhez az így előállított FeCl_2 -oldatot használjuk. A savas vas(II)-oldat 10 ml-éhez cseppenként adjunk annyi 5 %-os NaOH-oldatot, hogy a pH 8 legyen. (Ez felel meg a vékonybél pH-jának.) Az oldatból fekete csapadék válik ki, amely mara-

dék nélkül nem oldható fel újbóli savanyítás-sal sem. Újabb 10–10 ml savas vas(II)-oldathoz adjunk kb. 0,5–0,5 g komplexképzőt (aszorbinsavat, citromsavat, fruktózt, lizint), majd 5 %-os NaOH-dal állítsuk az oldatok pH-ját 8-ra! Bár az oldatok színe megváltozik, de csapadékképződést nem tapasztalunk. Ezek az anyagok tehát megakadályozzák a vas kicsapódását, s ezért elősegítik annak felszívódását. Oxálsav esetén nem tapasztalunk ugyan csapadékképződést, de a lúgosított oldat színváltozása (sötétbarna szín) jelzi, hogy a vas(II)-ion vas(III)-ionná alakult. Ezért nem tud a vas jelentős része felszívódni olyan nagy oxálsav-tartalmú tápanyagokból, mint pl. a spenót.

(*Journal of Chemical Education.*
1995/6. 558. oldal)

Veszélyes kísérletek! Látványos, de veszélyessége miatt nem ajánlott demonstrációs kísérlet a magnéziumpor (vagy alumíniumpor) és az ezüst-nitrát közötti szilárdfázisú reakció:



Mindkét reakció olyan mértékben exoterm, hogy a keverék már dörzsölésre is felrobbanhat!

(*Journal of Chemical Education.*
1994/3. 270. oldal)

Műtrágyák foszfortartalmának meghatározása. A meghatározás alapja a foszfátot tartalmazó oldatban ammóniás semlegesítéskor magnéziumionok hatására leváló $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ csapadék tömegének mérése. A meghatározás menete: Oldjunk fel pontosan lemerített (kb. 10 g) tömegű műtrágyát 125–140 ml csapvízben! (Ha szükséges, az oldást követően szűrjük meg az oldatot!) Töltsük át a foszfát-tartalmú oldatot egy literes főzőpohárba és adjunk hozzá kb. 150 ml magnéziumszulfát-oldatot (az oldat készítése: 10 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -ot oldunk 100 ml vízben)! Mivel a műtrágya-oldat savas, ekkor még csapadékkiválasztást nem tapasztalunk. Állandó keverés közben, lassan adjunk az oldathoz kb. 200 ml ammónia-oldatot. Fehér csapadék képződik. A szuszpenziót hagyjuk állni 15 percig, majd szűrjük le! A csapadékot 2–50 ml alkohollal mossuk, szobahőmérsékleten száradni hagyjuk. (Vigyázat! A csapadék

40–60 °C-on vizet veszít és monohidrátá alakul, 100 °C-on pedig vízmentes sóvá válik.) A jól kiszáradt $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ fehér, hintőperszerű anyag. A csapadék tömegének mérése után kiszámoljuk a műtrágya foszfortartalmát P%-ban, ill. P_2O_5 %-ban.

(*Journal of Chemical Education.*
1993/5. 410. oldal)

Az olvadáspont és a vegyület kovalens jellege. Számos tankönyv párhuzamot von az MX_4 típusú vegyületek olvadáspontja és kovalens jellege között: pl. az SnCl_4 alacsony olvadáspontját (0,33 °C) a kötés kovalens jellegével, az SnF_4 magas olvadáspontját (kb. 705 °C) az Sn–F-kötés ionos jellegével értelmezik. Ezt támasztják alá a TiCl_4 (–25 °C) és a TiF_4 (400 °C) adatai is. Ennek azonban ellentmond a megfelelő Si-vegyületek olvadáspontja: a kovalens jellegű SiCl_4 -é –70 °C, az ionos jellegű SiF_4 -é –90 °C. Hasonlóképpen nem értelmezhető a kötések jellegével a ThCl_4 770 °C-os és a ThF_4 900 °C-os olvadáspontja. Kiderült, hogy az azonos típusú vegyületek olvadáspontja leginkább a kristályszerkezet függvénye és nem annyira a kötés polarizációjától függ. A magas olvadáspontú vegyületekben a kation koordinációs száma (ami a kation: anion méretaránytól függ) nagy: a ThCl_4 , ThF_4 és TiF_4 esetén 8, az SnF_4 esetén pedig 6. Az alacsony olvadáspontú vegyületekben (pl. SnCl_4 , SiCl_4 , SiF_4 , TiCl_4) a kation koordinációs száma 4.

(*Journal of Chemical Education.*
1993/2. 98. oldal)

Közös ion hatása az oldékonyságra. Telített KCl-oldathoz adjunk vele azonos térfogatú 6 M sósavat! Bár az oldathoz közös iont (Cl^-) adtunk, mégsem észlelünk csapadékképződést. A telített KCl-oldat koncentrációja szobahőmérsékleten 3,7 M, az ebből számolt oldékonysági szorzat $L \approx 3,7 \cdot 3,7 = 13,7$. 6 M sósav hatására a kloridion-koncentráció megnő, de a hígulás miatt a káliumion-koncentráció lecsökken: szorzatuk $(1,85 \cdot 4,85 = 8,97)$ kisebb az oldékonysági szorzatnál. A telített KCl-oldat másik részletéhez adjunk ugyanolyan térfogatú 12 M sósavat. Csapadék válik ki, ugyanis az aktuális koncentrációsorzat $(1,85 \cdot 7,85 = 14,5)$ nagyobb, mint az oldékonysági szorzat.

(*Journal of Chemical Education.* 1993/2. 155. oldal)

Biztonságosabb robbantás. A nitrogén-trijodid (NI_3) robbanásszerű bomlásának leírása

a legtöbb kísérletgyűjteményben megtalálható. Ezek az ismert receptek azonban indokolatlanul nagy mennyiségű anyagot (2–3 g jódot) ajánlanak, s ez hosszadalmassá teszi a nitrogén-trijodid száradását és szinte valamennyi esetben marad a robbanás után el nem reagált anyag is, ami a későbbiekben veszélyes lehet. Könnyebben kezelhető, gyorsabb és biztonságosabb a kísérlet, ha azt a következőképpen végezzük: 0,2–0,3 g elporított jódot helyezzünk egy kb. 30 ml-es pohárba, majd töltünk bele 5 ml tömény ammóniaoldatot! Keverjük össze a reakcióelegyet és hagyjuk kb. 5 percig állni! Ezután dekantáljuk az oldatot, majd a barna szilárd anyagot ötször mossuk át vízzel! A nedves nitrogén-trijodidot szűrőpapíron szárítsuk! Az így elkészített anyag kb. 45 perc múlva már eléggé száraz ahhoz, hogy érintésre felrobbanjon és maradéktalanul elbomoljon.

(*Journal of Chemical Education*. 1993/11. 943. oldal)

Késleltetett robbanás. Jól ismert demonstrációs kísérlet a hidrogén és levegő elegyének késleltetett robbanása egy alul nyitott,

felül kis lyukkal ellátott konzerves dobozban. A lyukat befogva, a dobozt megtöltjük hidrogéngázzal, majd a lyukon kiáramló gázt meggyújtjuk. Az alul a dobozba beáramló levegő robbanóelegyet alkot a hidrogénnel és kis idő (5–100 s) múlva a doboz felugrása közben a gázelegy felrobban. A késleltetés (a meggyújtástól a robbanásig eltelt idő) függ a gáz minőségétől, a doboz nagyságától, alakjától, valamint a lyuk méretétől. A kísérletet metánnal is bemutathatjuk, de ebben az esetben a robbanás a meggyújtás után kb. tízszer annyi idő múlva következik be, mint a hidrogén esetén. A késleltetést szabályozhatjuk a lyuk, illetve a doboz méretének változtatásával: minél kisebb a lyuk átmérője, annál később következik be a robbanás; minél kisebb a doboz, annál kisebb a késleltetés is. Az, hogy a robbanáskor a doboz milyen magasra ugrik, elsősorban a doboz alsó (nyitott) részének méretétől függ: szűk nyílás (pl. 25 mm-es átmérő) esetén akár 20 cm is lehet az ugrás magassága, míg nagyobb nyílás (pl. 7 cm-es átmérő) csak néhány milliméteres ugrást eredményez.

(*Journal of Chemical Education*. 1993/12. 1030. oldal)

Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny 1996/97. eredménye kémiából

I. kategória

1. **Zádor Judit** IV. o., Fazekas G., Budapest, T: Szabó Szabolcs; Hobinka Ildikó; 2. **Pogány Ádám** III. o., Fazekas G., Budapest, T: Szabó Szabolcs; 3. **Kovács Gábor** IV. o. KLTE Gyakorló G., Debrecen, T: Antal Lajosné, Tóth Zoltán; 4. **Bodnár Endre** III. o., Rózsa Ferenc G., Békéscsaba, T: Stefanik Klára; 5. **Szőrényi Virág** IV. o., Fazekas G., Budapest, T: Hobinka Ildikó, Szabó Szabolcs; 6. **Zagyi Péter** IV. o., Bercsényi G., Törökszentmiklós, T: Tóvizi Edit; 7. **Kránicz Ákos** IV. o., Damjanich G., Nagy-káta, T: Krániczné dr. Tikász Ágnes; 8. **Kóhalmi Dóra** III. o., Zrínyi M. G., Zalaegerszeg, T: Tölgyesné Kovács Katalin; 9. **Hans Zoltán** IV. o., Dr. Mező G., és SZKI, Nagykanizsa, T: Polainé Vajda Ágnes; 10. **Blumenau Eszter** IV. o., Fazekas G., Budapest, T: Hobinka Ildikó, Szabó Szabolcs

II. kategória

1. **Szegő Éva** IV. o., ELTE Apáczai G., Budapest, T: Villányi Attila; 2. **Borbás Eszter** IV. o., ELTE Apáczai G., Budapest, T: Villányi Attila; 3. **Bódi András** IV. o., ELTE Apáczai G., Budapest, T: Villányi Attila; 4. **Solymos Andor** III. o., a ciszterci rend Nagy G., Pécs, T: Kromek Sándor; 5. **Gálusz Katalin** III. o., Vörösmarty G., Erd, T: Versits Livia; 6. **Kis Gergely** IV. o., ELTE Apáczai G., Budapest, T: Villányi Attila; 7. **Nagy András** IV. o., a ciszterci rend Nagy Lajos G., Pécs, T: Nagy Mária; 8. **Jakabfy Tamás** IV. o., Zrínyi G., Zalaegerszeg, T: Egyedné Kriszmannics Ildikó, Halmi László; 9. **Szabó Tamás** IV. o., Radnóti Miklós G., Szeged, T: Meleg István; 10. **Vlád Gábor** IV. o., Eötvös G., Budapest, T: Nadrainé Horváth Katalin

KÖNYVISMERTETÉS

Dr. Tóth Zoltán

Dr. Lázár István:

Különleges és veszélyes anyagok

(Egyetemi jegyzet)

A maga nemében egyedülálló kiadvány jelent meg a közelmúltban a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen. Szerzője, dr. Lázár István egyetemi docens, a már néhány éve nagy érdeklődéssel és sikerrel folyó speciális előadás anyagát írta meg egy 204 oldalas egyetemi jegyzet formájában. A jegyzet anyaga fantasztikus gyűjtőmunka eredménye. Az 1995-ös év eseményeivel bezárólag részletes ismertetést kapunk olyan, nehezen hozzáférhető területekről, mint pl. a kábítószeres, a vegyi fegyverek, a robbanóanyagok és a pirotechnikai anyagok, eszközök kémiája. A jegyzet főbb fejezetei a következők:

1. Kábítószeres (hagyományos kábítószeres; új típusú kábítószeres; kábítószerként használt gyógyszerek; kábítószerpótló anyagok).

2. Toxikus vegyi anyagok mint fegyverek (a vegyi fegyverek múltja, jelene és jövője; könnygázok; ingerlő harci anyagok; hólyaghúzó vegyi anyagok; a hólyaghúzó anyagoktól a daganat-kemoterápiáig; a légzőszerveket és a vörösvértesteket károsító vegyi anyagok; foszfororganikus idegmérgek; a mérgező harcanyagok toxicitása; bináris vegyi fegyverek; magas toxicitású fluortartalmú

vegyületek; cselekvésképtelenséget okozó anyagok).

3. Robbanóanyagok, lőporok és hajtóanyagok (robbanóanyagok és robbanásra képes anyagok; a robbanóanyagok legelterjedtebb képviselői; iniciáló robbanóanyagok; ipari robbanóanyagok; repülőtérsi biztonságtechnika; a robbanóanyagok alapvető jellemzőinek meghatározása; a robbanóanyagok békés alkalmazásai; lőporok és rakéta-hajtóanyagok).

4. Gyújtó hatású anyagok (gyújtóanyagok; gyújtóforrások; szabályozott tűzgömböt létrehozó lövedékek, aeroszol bombák).

5. Pirotechnikai anyagok és eszközök (tűzijátékok; bengáli tűz; tűzszökökutat, gejzírek, víz-esések és vulkánok; fényjelző eszközök, villanó keverékek; petárdák és patronok; hangjelzők, sípok; csillagszórók; gyufa; füstök és ködök; gépkocsilégzsákok és övfeszítők; áramfejlesztés gázgenerátorral; oxigéngenerátorok, konzervmelegítők).

A jegyzetet elsősorban kémiantanároknak ajánlom. A benne foglaltak felhasználásával érdekesebbé, életszerűbbé tehetik kémiaóráikat.

Molnár István

Nyelvi-logikai képességfejlesztés a 8. osztályos kémia tanításában

Az oktatás-nevelés célja a személyiség sokoldalú és harmonikus fejlesztése, amely során a tanulókat olyan ismeret- és képességszintre kell eljuttatni, hogy ezek birtokában képesek legyenek további ismeretszerzésre. A társadalom a tanulóktól nemcsak teljesítőképes tudást, hanem az ismeretek állandó fejlesztését is megköveteli.

Hazánk gondolkodáskutatói – Kelemen László, Lénárd Ferenc és mások – már a 60-as, 70-es években sok gondolkodásfejlesztéssel kapcsolatos könyvet, cikket, tanulmányt jelentettek meg. Azonban a 70-es évek elejétől már nem általában a gondolkodás, az értelem, tehát az intelligencia, hanem az őket felépítő műveletek, képességek fejlődése és működése, valamint a fejlesztési stratégiák kialakítása vált a vizsgálatok céljává. E témakörben alapvető munkákat jelentettek meg a JATE Pedagógiai Tanszékének kutatói: Nagy József, Csapó Benő, Csirikné Czachesz Erzsébet és Vidákovich Tibor.

Az értelmi képességek – amelyekkel megvalósítja az ember az információk kezelését – közös alapját a művelési képességek alkotják. Ezek a rendszerezési, a kombinatív, a logikai és a bizonyítási képességek. A kutatók megállapították, hogy a rendszerezési a legelső képesség, amely a gyermekben kialakul. Ezt követi a kombinatív, a logikai és végül a bizonyítási képesség.

A logikai képesség azért fontos, mert a hiányossága vagy hiánya esetén a tanulók nem tudják a megszerzett információt feldolgozni, nem képesek a szövegek pontos megértésére, és ez gátolja az eredményes tanulást. Ennek ellenére Magyarországon sokáig szükségtelennek tartották a nyelvi-logikai műveletek kutatását, mivel ezzel nem ismerhető meg a teljes emberi gondolkodás, másrészt a tanulók nemcsak a formális logikai szabályai szerint gondolkodnak.

Ez igaz, mégis érdekesek és fontosak a következő kérdések: hogyan gondolkodnak a ta-

nulók, amikor műveletet vagy műveleteket oldanak meg? Milyen változás (fejlődés) van a gondolkodásukban és ez hogyan jut kifejezésre a nyelvükben? Fejleszthető-e tantárgyba épített feladatokkal a logikai képesség?

Ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására készítettem egy kémiai-logikai feladatrendszert, majd az 1993–94-es tanévben Szeged nyolc általános iskolájában kísérletet végeztem. Munkám a JATE Pedagógiai Tanszékén 1985-ben elkezdett, az iskolai képességfejlesztéssel – elsődlegesen a gondolkodásfejlesztéssel – foglalkozó programhoz kapcsolódik. Hipotézisem az volt, hogy a feladatrendszeres oktatással a tanulóknak nemcsak a kémia tudása, hanem a logikai képességei is fejlődnek.

Jelentős fejlődést eleve nem várhattam, mivel a szakirodalom szerint a tanulók logikai képességének a fejlődése a vizsgált életkorra (14. év) lelassul, valamint a kémiai tantárgyat az első félévben heti 2, a második félévben csak heti 1 órában tanítjuk, amely az alapfogalmak elsajátítására is alig elegendő.

A gondolkodás fejlesztésének szükségessége.

A gondolkodást képességek teszik, lehetővé, működését logikai műveletek segítik, mivel ezek kapcsolódnak az ismeretrészek között. A gondolkodás fejlesztése során átfogó gondolkodási struktúrákat, műveletrendszereket alakítunk ki azért, hogy a tananyagot az illető ember (a tanuló) számára feldolgozhatóvá tegye.

Azt már KELEMEN (1978) és LÉNÁRD (1978, 1982) is megállapította, hogy a képességfejlesztő rendszerekkel nemcsak a művelési képességek fejleszthetők, hanem a vizsgált tantárgy is eredményesebben elsajátítható. A képességfejlesztő feladatokat a különböző tan-

tárgyak anyagába: tankönyvbe, munkafüzetbe, gyakorlatokba be lehet és be kell építeni. Az oktatás tervezése során pedig nemcsak az elsajátítható ismereteket kell figyelembe venni, hanem a gondolkodásban alapvető szerepet játszó művelési képességeket fejlesztő hatásokat is.

A JATE Pedagógiai Tanszéke által az 1979–80-as és az 1985–96-os tanévekben végzett kísérletek eredményei azt mutatták, hogy:

- az élet első 10 évében a művelési képességeknek több mint 50%-a kialakul. A vizsgált 10–17 éves korban a kombinatív és a nyelvi-logikai képességeknél kb. 10%-kal, míg a rendszerezési képességeknél átlag 16%-kal nőttek a százalékos teljesítményértékek (CSAPÓ, 1987b).
- jelentős eltérések vannak az azonos életkorú gyermekek által használt nyelvi-logikai műveletrendszer fejlettsége között
- a kétváltozós logikai műveletek közül „legfejlettebb” a konjunkció. Mivel ez a legbiztosabb művelet, sok tanuló, ha bizonytalan feladatot kap, akkor azt a konjunkció szabályai szerint oldja meg. De ezt sem mindig, mert vannak, akik helyette ekvivalenciát oldanak meg (CSIRIKNÉ, 1986).
- a tanulók általában csak a kizáró „vagy”-ot képesek helyesen értelmezni, míg a másik két választást (a diszjunkciót és a Sheffer-műveletet) Zsegalkin-műveletnek gondolják (CSAPÓ–CSIRIKNÉ–VIDÁKOVICH, 1987).
- a hamis első állítású feltételképzést (az implikációt és az ekvivalenciát) a tanulók túlnyomó többsége hamisnak gondolja
- a tanulók nyelvi logikája eltér a formális logikai szabályaitól. A természetes nyelv a bizonytalan premisszát hamisnak tételezi fel, a konklúziót hamisnak értékeli, így információcsökkenéssel védekezik az egyén a nyelvi-logikai problémákkal szemben (CSAPÓ–CSIRIKNÉ–VIDÁKOVICH, 1987).

Az előzőekben már említettem, hogy a fejlesztendő logikai műveleteket az adott tantárgy konkrét témájába kell illeszteni. Ehhez meg kell határozni az adott témában fejlesztendő műveleteket, majd az egyes órák törzsanyagából kell feladatokat készíttetni. A bemutatott műveletek főbb jellemzőinek ismertetése után kell kitérni az egyéb, speciális jellem-

zőkre. Mivel a diszjunkciónak és az implikációnak csak néhány műveletkombinációja okoz problémát (általában a hamis első állítás esete), ezek gyakoroltatásának kiemelt fontossága van. Ezeket a megállapításokat vettem figyelembe a logikai képességfejlesztő jegyzet készítésekor.

A logikai képességfejlesztő jegyzet

A kísérletben résztvevő kémiatanárok számára készítettem egy „tanári forgatókönyvet”, amely tartalmazza a kísérlet történeti előzményét, elméleti háttérét, a tanítandó anyagot, a pedagógus főbb feladatait, a logikai képességfejlesztő feladatok szövegét és megoldását. A tanításban nagy segítséget jelent a tanárok számára az, hogy a jegyzetben szerepelnek az alkalmazott nyelvi-logikai feladattípusok, azok igazságtáblázata és a műveletek indoklása is. A kémia szaktárgyi tanítását segíti az a 21 főlialap, amelyet a kísérletben résztvevő tanároknak átadtam.

A tanári jegyzet tartalmaz egy tanulói jegyzetpéldányt is. Ugyanis a megoldandó 205 logikai képességfejlesztő feladat szövegét – órai bontásban – tanulói jegyzetpéldányként a kísérletben résztvevő diákoknak a tanév elején kiosztottuk. A kísérleti osztályokba járó tanulók mindegyike, míg a kontrollosztályokba járók közül senki sem kapott tanulói jegyzetpéldányt.

A tanári jegyzet váza tehát egy feladatrendszer, amely a hozzátartozó elméleti ismeretekkel és a tanítást segítő főlialap készlettel alkot egységet. A feladatrendszer összeállításához a 8. osztályos kémia tananyagból kiemeltem a kulcsfogalmakat, az összefüggéseket, szabályokat, és meghatároztam ezek rendszerét azért, mert ezek az információs egységek határozzák meg a tananyag tartalmát, azon keresztül a vizsgálandó logikai fogalmakat, eljárásokat és gondolkodási módokat. A tananyag főbb fogalmainak kigyűjtésére azért is szükség volt, mert a kísérletben résztvevő 6 iskola a Kecskés Andrásné (1991), míg két iskola a Siposné–Deák–Dévényné (1991) által készített könyvből tanított.

Az első témában, az év eleji ismétlés témakörben célszerűnek tartottam a 7. osztályos kémia tananyag kulcsfogalmait kiemelni. A csoportosítási szempontrendszert a következő példa mutatja:

Az év eleji ismétlés szempontrendszere

1. Az elemi részecskék jellemzése
2. Az atom felépítése, szabályok az atom felépítésében
3. Az atomok és a periódusos rendszer
4. A molekula fogalma, képlet
5. Az ion fogalma, képződése, az egyszerű és az összetett ion
6. Elemek – keverékek – vegyületek
7. A vegyjel, a mól, a tömeg- és részecskeszám kapcsolata
8. Kötések
9. Fizikai és kémiai változás
10. A kémiai reakciók hőtani csoportosítása
11. A kémiai reakciók csoportosítása anyagszámváltozás szerint
12. A kémiai reakciók csoportosítása szerkezet szerint
13. Az oldatok kémhatása, a közömbösítés fogalma
14. Nem csoportosítható, vagy nem csoportosított ismeretanyag

Ezután a kétféle tankönyvben és munkafüzetben található, a törzsanyagra támaszkodó elméleti ismereteket gyűjtöttem, s ezekből kiemeltem azokat, amelyeket a 8. osztályos tananyagban is nagy fontossággal bírnak. Példaként bemutatom a kémiai reakciók hőtani csoportosítására készített összefoglalót.

A kémiai reakciók hőtani csoportosítása

1. A kémiai reakciók során a kémiai részecskék összetétele, szerkezete megváltozik. A kiindulási anyagok régi kötése felzakadnak és újak jönnek létre.
2. Minden kémiai reakciót kísér hőváltozás.
3. Az exoterm reakciókban a kiindulási anyagok energiaszintje magasabb, mint a keletkezett anyagoké. Az exoterm folyamat mindig belső energia-csökkenéssel jár. Ilyen reakció pl. az égés.
4. Az endoterm reakciókban a kiindulási anyagok energiaszintje alacsonyabb, mint a keletkezett anyagoké. Az endoterm folyamat tehát belső energianövekedéssel jár. Ilyen reakció pl. a bomlás.
5. Általában igaz: minden bomlás endoterm, és minden egyesülés exoterm reakció.
6. A kémiai reakciókban is igaz az energia-megmaradás törvénye.

Az **endoterm reakciókra** az energia-megmaradás törvénye: a rendszer belső energiája annnyival nő, mint amennyivel a környezeté csökken.

Az **exoterm reakciókra** az energia-megmaradás törvénye: a rendszer belső energiája annnyival csökken, mint amennyivel a környezet belső energiája nő.

A kétféle tanmenetben szereplő ismereteket óravázlatba rendeztem azért, hogy ehhez készítsék logikai feladatokat.

A 7. óra anyagát, a fémek és nemfémek összehasonlító elemzését a fontossága miatt a 3. téma előtt is átismétljük.

A többi témánál – a tanterv figyelembevételével, a tanmenetek alapján – minden órához összegyűjtöttem a legfontosabb elméleti ismereteket. Példaként bemutatom a fémek redukálósora c. órához készített elméleti összefoglalót.

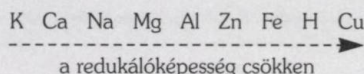
A fémek redukálósora

- a) A fémek és a nemfémek összehasonlító elemzését végezzük el újból! (ez a 7. óra anyaga)
- b) A fémek redukálósora.

A fémek elektronvonzóképesége kicsi. A kémiai reakciókban részben, vagy teljesen elektront adnak le.

A kémiai reakciókban a fématomok elektront adnak le, oxidálódnak, és készítenek a nemfématomokat elektronfelvétellel, redukcióra. Ezért a fémek redukálósorok.

A fémek elektronvonzóképesége és redukálóképessége különböző, ezért a fémek redukálósorba rendezhetők. A redukálósor tagja a hidrogén is.



A fémek redukálni tudják

- a nemfématomokat és a
- a redukálósorban tőle jobbra levő fémek ionjait.

A reakció során ezek elektront vesznek fel, a fématom elektront ad le.

Ezek alapján a $\text{Fe} + \text{CuSO}_4$ reakciót, ezután a cinknek, vasnak, magnéziumnak és a réznek a sósavval való reakcióját majd a kalcium és a nátrium vízbontását beszéljük meg!

Ki kell vetíteni az órához tartozó fólialapot a megbeszélésnél!

Minden téma végén rendszereztuk az elméleti ismereteket. Ez nagyon fontos feladat, mivel a rendszerbe illesztett ismeretek kevésbé esnek ki az ismerethálóból, mint a sehova sem kapcsolódó önálló tudáselemek – ezért ezeknek az összefoglalásoknak nagy szerepet tulajdonítottam. Példaként bemutatom a fémek összefoglalására készített elméleti anyagot.

33. óra: A fémek összefoglalása

A periodikus rendszer elemeinek többsége fém. Elemi állapotban nem fordulnak elő (kivétel a nemesfémek és a réz). A fémek szürke színűek, megmunkálhatók, hő- és áramvezetők. Közös sajátosságuk a fémrács. A fémrácsban a rácspontokban levő fémrészecskék külső elektronjai közössé válnak és valamennyi fématomhoz egyformán tartoznak. A fémrácsot az elektronfelhő tartja össze akkor is, ha a fémeket megmunkáljuk.

A fémrácsnak a keménysége, sűrűsége, a fémek kötési erőssége, hő- és áramvezető képessége különböző.

Ezután beszéljük meg a III. 6. főlialapot!

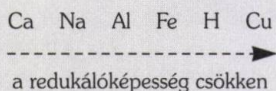
Majd órai megbeszéléssel (reakcióegyenletek felírása!) dolgozzuk fel

- az ionképződést (Na, Ca, Al, Fe)
- az oxidációt (Ca, Al, Fe)
- reakcióját vízzel (Na, Ca) kémhatást!
- reakcióját sósavval (Ca, Al, Fe)
- az Al amfotériáját!

Ezután beszéljük meg a III. 7. főlialapot! A megbeszélésnél a takarásos módszert alkalmazzuk, és felülről lefelé haladjunk!

A redukálóképességről:

Minden fém redukálóképessége különböző. A fémek a reakciókban elektront vagy elektronokat adnak le, ezért kisebb- nagyobb mértékben redukáló hatásúak. A fémek ezért redukálószeres és redukálósorba rendezhetők.



A redukálósorban levő fématom át tud adni elektront

- a tőle jobbra levő fémionnak
- és a nemfématomoknak.

A fém redukálósorban elfoglalt helyéből következtetni lehet például arra, hogy savval és vízzel reakcióba tud-e lépni a fém.

A fémek vegyületekben fordulnak elő, és a fémelőállítás redoxi reakcióban történik.

A korrózió a fémeknek a környezet hatására bekövetkező kémiai átalakulása (rozsdásodása), amely a fém felületén következik be. Ez legtöbbször oxidáció: a levegő oxigénjével való reakció.

Az elméleti anyag rendezése és a tanórákhoz készített elméleti összefoglalók után a fejlesztendő hatféle logikai művelethez (1. táblázat) készítettem feladatokat.

Az egyes témákban fejlesztett műveletekhez rendelt feladatok számát a következő táblázat tartalmazza (2. táblázat).

Az **első témában**, az év eleji ismétlés témakörben először a feladatlapok használatát mutatom be a tanulóknak. Ez a számukra évekkal

előtt kialakult művelettel, a konjunkcióval történik. Ez 7 feladatot jelent, ami a témában alkalmazott konjunkciós műveleteknek több, mint a fele.

Ezenkívül a kialakulóban levő diszjunkciót és Zsegalkin-műveletet gyakoroljuk hamis első állítású implikációs feladatok megbeszélése mellett. Példaként bemutatom a 4. d. órarász két feladatát.

jele	köznapi neve	tudományos neve	nyelvi formája
$p \wedge q$	állító kapcsolás	konjunkció	„és”
$p \vee q$	megengedő választás	diszjunkció	„vagy”
$p \nabla q$	kizáró választás	Zsegalkin-művelet	„vagy ... vagy”
$p \rightarrow q$	egyirányú feltételképzés	implikáció	„ha..., akkor”
$p \leftrightarrow q$	kölcsönös feltételképzés	ekvivalencia	„akkor és csak akkor, ha”
$p q$	tagadó kapcsolás	Peirce-művelet	„sem ... sem”

1. táblázat: A fejlesztett hatféle logikai művelet jele, neve és nyelvi formája

témaszám	1		2		3		4	
művelet	feladatok		feladatok		feladatok		feladatok	
	db	%	db	%	db	%	db	%
$p \wedge q$	13	36	7	14	3	7,5	8	11
$p \vee q$	7	19,5	12	24	7	17,5	6	8
$p \nabla q$	7	19,5	19	37	6	15	13	17,5
$p \rightarrow q$	9	25	13	25	14	35	20	27
$p \leftrightarrow q$	–	–	–	–	6	15	16	21,5
$p q$	–	–	–	–	–	–	11	15
összesen	36	100	51	100	40	100	74	100

2. táblázat: Az egyes témákban fejlesztett műveletekhez rendelt feladatok száma

Megjegyzés: Az első témában csak igaz első állítást tartalmazó implikációs feladatokat szerepeltettem.

4. d.: Közömbösítés

Beszéljük meg a közömbösítés fólialapját és írassuk be a füzetbe!

Ezután oldjuk meg közös munkával a következő két feladatot!

4. d. 1. Vízzel hígítani is, közömbösíteni is lehet.

Tanári segítség: az „is...is” szókapcsolat az „és”-nek felel meg.

Tanárnak: értékelés: konjunkció $\begin{array}{ccc} A & B & A \wedge B \\ I & H & H \end{array}$

Indoklás: az első állítás igaz, a második hamis. Az „és” miatt a két állítást együtt kell vizsgálni, ezért a mondat: hamis.

4. d. 2. Ha a közömbösítés során a kémhatást okozó ionok semleges vízmolekulákká alakulnak át, akkor savat lúggal közömbösíteni nem lehet.

Tanárnak: értékelés: implikáció $\begin{array}{ccc} A & B & A \rightarrow B \\ I & H & H \end{array}$

Indoklás: az első állítás igaz, a második hamis. Ezért következtetéssel hamis mondatához jutok.

A 7. óra anyagát, a fémek és nemfémek összehasonlító elemzését nem számítottam be sem a második, sem a harmadik témába, mert mindkét téma előtt át kell ismételni. Ehhez az órához tartozó logikai feladatok egyszerűek.

A **második témát**, a nemfémek témakörét a diszjunkció és a Zsegalkin-művelet minden esetre vonatkozó alkalmazásával kezdjük. A következő órákon a tanult és ismert logikai műveletek gyakorlása történik azért, mert ezeken az órákon sok számolási feladatot kell megoldani a sósav, a kén és kénsav, valamint az ammónia tanításánál. Ezért csak a téma végén, a szén és a szénvegyületek tárgyalása során történik a következtetések minden esetre vonatkozó vizsgálata és begyakorlása. Bár csak kevés hamis első

állítású implikációs feladatot készítettem ebben a témában, a téma végén történt intenzív fejlesztéssel a logikai művelet megfelelően elsajátítható.

Mivel a tanulóknak problémát jelent a hamis első állítású implikáció, ezért nagy gondot fordítottam ezeknek a műveleteseteknek a bemutatására. Ezt a következőképpen oldottam meg:

18. a.: A szén-dioxid

Ismételjük át a szén-dioxidot a tananyag alapján és beszéljük meg a következő két feladatot!

18. a. 1. Ha a szén-dioxid a levegőnél könnyebb, akkor még az elektromos tüzek oltására is alkalmas.

Tanárnak: értékelés: implikáció $\begin{array}{ccc} A & B & A \rightarrow B \\ H & I & I \end{array}$

Indoklás: az első állítás hamis, a második igaz. hamis kiindulásból bármire következtethetünk, minden igaz lesz rá. Ezért a mondat: igaz.

Másképpen: a levegőnél könnyebb szén-dioxid nincs. Az ilyen nem létező szén-dioxidról mindent állíthatok, minden igaz lesz rá, még az is, hogy elektromos tüzek oltására alkalmas. Ezért a mondat: igaz.

18. a. 2. Ha a szén-dioxidot a növények asszimilációkor termelik, akkor az állatok a légzőeszkor fogyasztják.

Tanárnak: értékelés: implikáció $\begin{array}{ccc} A & B & A \rightarrow B \\ H & I & I \end{array}$

Indoklás: mindkét állítás hamis: Hamis kiindulásból bármire következtethetünk, ezért a mondat igaz.

Másképpen: asszimilációkor szén-dioxidot termelő növény nincs. Az ilyen folyamatról, mert ilyen nincs, mindent állíthatok, és minden igaz lesz rá. Ezért a mondat: igaz.

A **harmadik témában**, a fémek témakörének az elején a következtetés, az implikáció, majd az ekvivalencia minden műveletesetre vo-

natkozó vizsgálatát és gyakorlását végezzük el. A téma több mint a felében a tanult műveletek alkalmazása, gyakoroltatása történik azért, mert a tantervi követelmény a számolási feladatok megoldása. A logikai képességfejlesztő feladatokkal csak a szinttartást kívántam elérni.

Itt is az új műveletnek, az ekvivalencia bevezetésének tulajdonítottam nagy jelentőséget. Mintaként bemutatom a 30. 1. és 30. 2. feladatokat:

30. 1. A vas akkor és csak akkor nehézfém, ha kemény.

Tanárnak: értékelés: ekvivalencia

A	B	$A \leftrightarrow B$
I	H	H

Indoklás: az első állítás igaz, a második hamis, mert az elemi vas lágy fém. (Figyelem: ezt emeljük ki!) Az „akkor és csak akkor, ha” típusú megfordítható következtetésnél ki kell mondani a két állítást oda és vissza.

Előre, „oda” esetben: igaz kiindulásból hamisra következtetve hamis mondathoz jutunk. Hátra, „vissza” esetben hamis kiindulásból bármire következtethetünk, ezért a mondat: igaz. Mivel az „oda” és „vissza” úton nem kapok mindkét esetben igaz mondatot, ezért a mondatom hamis.

30. 2. A vastárgy felületét akkor és csak akkor borítja védő oxidréteg, ha a vastárgy rozsdásodni nem tud.

Tanárnak: értékelés: ekvivalencia

A	B	$A \leftrightarrow B$
H	H	I

Indoklás: mindkét állítás hamis. Az „akkor és csak akkor, ha” típusú szókapcsolásnál meg kell vizsgálni a következtetést „oda” és „vissza”. Mindkét esetben hamis kiindulásból bármire következtethetünk, ezért a mondat igaz.

A **negyedik témában**, a szerves kémia témakörben a legelső órán vizsgáljuk meg a Peirce-műveletet, minden műveletkombinációra. A következő órákon a már alkalmazott logikai feladatokat kombináltam a megismert művelettel azért, mert ebben a témában már jóval kisebb számban fordulnak elő megoldandó számolási feladatok.

A Peirce-művelet egyik esetét a 42. b. 3. példán mutatom be.

A téma végén, a két órára tervezett összefoglalásra az előzőekkel ellentétben, képességfejlesztő feladatokat terveztem az év végi felmérésre készülés miatt.

A tanári jegyzet végén találjuk a kísérleti osztályokba járó tanulóknak átadott tanulói jegyzet egy példányát. Ez a vizsgálandó mondatokat

42. b. 3. Az etil-alkohol benzinben *sem*, vízben *sem* oldódik.

Tanárnak: értékelés: tagadó kapcsolás.

A	B	$A B$
H	H	H

Tanári segítség: alkalmazzuk a „sem...sem” szófordulat helyett, a „nem...nem...” szókapcsolatot!

Tanárnak: a mondat: „Az etil-alkohol nem oldódik benzinben, és nem oldódik vízben.” Mindkét állítás hamis, az „és” miatt a két állítást együtt kell vizsgálni, ezért a mondat hamis.

tartalmazza melyekben a logikai kötőszót mindenütt kiemelttem. Ez a tanulók munkáját jelentősen megkönnyíti. Példaként bemutatom a tanulói jegyzetből a 8. óra b. órarészhez készített feladatokat.

8. b.: A klór

8. b. 1. A klór *vagy* szintelenítő, *vagy* fertőtlenítő hatású.

8. b. 2. A fém-klorid keletkezése elemeiből *vagy* prolititikus, *vagy* redoxi folyamat.

8. b. 3. A fém-klorid keletkezése elemeiből *vagy* exoterm, *vagy* endoterm folyamat.

8. b. 4. A klórral fennáll: *vagy* hidrogén-kloridból állítják elő, *vagy* nátrium-kloridot készítenek belőle.

A kísérletben résztvevő pedagógusoknak igen jó volt a véleménye a logikai képességfejlesztő feladatrendszeréről, mert hatékonyabbá tette az órákat. Mivel a tanulók a logikai feladatok elvégzése során is a tananyagot ismételték (általában az óra végén illetve a részösszefoglalásnál a tanítási óra közben), ezért a tanártársaim szerint sem volt ez „kieső idő” a tanítási folyamatban.

A tanulók véleménye szerint a fejlesztő feladatrendszer változatosabbá tette a kémiaórákat.

A mérőeszközök

A tanév elején és végén minden kísérleti és kontrollosztályban írtunk felmérőket, amelyekkel a kémiai tantárgyi tudást, a logikai és kombinatív képességeket, valamint az intelligenciát vizsgáltuk.

A kémiai tantárgyi tudás vizsgálatára készített A és B változatú **kémiafelmérők** mindegyike hasonló szerkezetű volt, 10 feladatot, 50 ítemet tartalmazott és 35 perc időtartam állt a tanulók rendelkezésére, hogy a feladatokat megoldhassák. Ezzel a méréssel egyrészt azt akartam vizsgálni, hogy az előző évben tanult kémiai fogalmak, ismeretek mennyire stabilak, másrészt pedig azt,

hogy a 8. osztályban elsajátított legfontosabb kémiai ismeretek milyen mértékben rögzültek.

A kísérletben résztvevő tanulók **logikai képességét** a Vidákovich Tibor által kidolgozott tesztlapokkal mértem a tanév elején és a végén (VIDÁKOVICH, 1987, 1990). A használt két tesztváltozat azonos felépítésű, de különböző szövegű volt, és tartalmazták a tízféle kétváltozós logikai műveletet – közöttük voltak a legfontosabb, használt és fejlesztendő nyelvi-logikai műveletek: kapcsolások, választások és a következtetések. A feladatlapok kitöltési ideje 15 perc volt.

A **kombinatív képességet** Csapó Benő által kifejlesztett kombinatív teszttel (CSAPÓ, 1988) mértem a tanév elején és végén. A tesztek két változatban készültek, és a tanulóknak 45 perc alatt kellett kitölteni őket.

A tanulók **intelligenciájának** mérésére Raven-tesztet használtam. Ez a teszt az általános értelmi vizsgálatra alkalmas. 30 perc állt a tanulók rendelkezésére a teszt 48 feladatának megoldásához.

A kísérleti osztályokban a kémiai és a logikai ismeretek változását a minden téma végén íratott **évközi témazárókkal** követtem. A témazárókban a logikai képességfejlesztő jegyzetben levő (a tanári példányban részletesen elemzett) műveletek számonkérése történik, kismértékben olyan feladatokkal, amelyek már a tanulói példányban szerepeltek. A feladatokat egyetlen lapon (oldalon) kapták a tanulók, és csak a fejléctet (az adatokat, értelemszerűen) és a lap alján a táblázatot I és H betűkkel kellett kitölteni. Példaként bemutatom a III. A. feladatlapot.

III. logikai képességfejlesztési felmérő (fémek) „A” csoport

iskola: név: oszt:

1. A fémek elektronvonzóképesége kicsi, és a kémiai reakciókban elektront adnak le.
2. Mivel a fématom a nemfématomot elektronleadásra készíti, ezért fématomok elektronleadása oxidáció.
3. A periódusos rendszer első főcsoportjában levő fémek reakcióképesége nem nagy, ezért a természetben elemi állapotban előfordulnak.
4. Ha a nátrium-klorid vizes oldata semleges kémhatású, akkor a nátrium-hidroxid vizes oldatának is semleges kémhatásúnak kell lenni.
5. A kalcium a periódusos rendszer második periódusában (vízszintes sorában) van, és a kalciumatom legkülső héján két elektron van.
6. A fémek többsége a természetben vegyületeiben fordul elő, és a fémvegyületekből fémeket általában könnyen elő lehet állítani.
7. A magnéziumfém akkor és csak akkor nagyobb elektronvonzóképeségű a nátriumhoz képest, ha a periódusos rendszer második főcsoportjában (oszlopában) van.
8. A mészkövet akkor és csak akkor nem lehet felhasználni útépitésre, ha nem tudunk belőle cementet készíteni.
9. A vastárgy felületét akkor, és csak akkor nem borítja védő oxidréteg, ha a vastárgy rozsdásodni tud.
10. A fémek többsége akkor és csak akkor fordul elő vegyületekben, ha a fémvegyületekből színfémelőállítás nem igényel energiabefektetést.
11. A vasat vagy elemi állapotban használják fel, vagy nátriumfémekkel ötvözik.
12. A vas-oxidból vagy cementet, vagy mészkövet készítenek.
13. A mészkőből vagy csak cementet, vagy csak égetett meszet készítenek.
14. Ha a vas amfoter elem, akkor csak lúggal lép reakcióba.
15. Az alumínium savval, vagy lúggal tud reakcióba lépni.
16. Az alumíniumnak vagy nincs védő oxidrétege, vagy jó áramvezető.
17. Az alumínium nem amfoter elem, vagy fontos ipari fém.
18. Ha a fématom a kémiai reakciókban elektront vesz fel, akkor a fématom oxidálódni tud.
19. A mészégetés során a mészkő bomlik, és oxigén fejlődik.
20. A mészsoltás során az égetett mész reagál a vízzel, és a folyamat erősen exoterm.

Λ → → → Λ Λ ↔ ↔ ↔ ↔ ∇ ∇ ∇ → ∇ ∇ → Λ Λ

Feladatszám:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1. állítás:	I	H	H	I	H	I	H	I	H	I	H	H	I	H	I	H	H	H	I	I
2. állítás:	I	I	H	H	I	H	I	H	I	H	H	H	I	H	I	I	I	I	H	I
A mondat	I	I	I	H	H	H	H	I	I	H	H	H	H	I	I	I	I	I	H	I

Az **1. témazárókban** a konjunkcióra, a diszjunkcióra, a Zsegalkin-műveletre és az igaz első állítású implikációra készítettem feladatokat. A hamis első állítású implikáció vizsgálata, számonkérése a **2. témazáróban** szerepel először. Példaként bemutatom a 2. A. témazáró 14., 15., 17. és 20. feladatait.

2. A. 14.: *Ha a kénsav oldat kémhatását a szulfátionok okozzák, akkor az oxónium-ionoknak nincs kémhatása.*
2. A. 15.: *Ha a szén-dioxid a levegőnél könnyebb, akkor az elektromos tüzek oltására is alkalmas.*
2. A. 17.: *Ha a szénsav molekula a vízmolekulával nem képes reakcióba lépni, akkor karbonácionná sem képes átalakulni.*
2. A. 20.: *Ha a nitrogén a levegő oxigénjével könnyen egyesül, akkor a reakcióképessége az oxigénnel kisebb.*

Látható, hogy könnyű tartalommegadással segítettem a mondat igazságértékének a meghatározását.

A **3. témazárókhoz** csak kevés feladatot készítettem a konjunkcióra, a diszjunkcióra és a Zsegalkin-műveletre. Aránylag sok implikációs feladatot építettem be a felmérésekbe: az A csoportnál 5, a B csoportnál 6 ilyen művelet volt, és mindkét csoportnál 4 hamis első állítást tartalmazó mondat szerepelt. A témában gyakorolt új művelet az ekvivalencia volt. A témazáróban szerepeltettem ennek a műveletnek mind a négy esetét. Az ekvivalencia feladatait egymás után, „egy tömbben” helyeztem el, mert már korábban azt tapasztaltam, ha a hasonló szerkezetű és/vagy tartalmú feladatok elkerülnek egymás mellől, ez a feladatmegoldást megnehezíti. Ezeket a feladatokat – akárcsak az előző témazárók (2. A. és 2. B.) implikációs feladatait – igyekeztem, könnyű kémiai tartalommal elkészíteni. Példaként bemutatom a 3. B. témazáró 7., 8., 9. és 10. feladatait:

3. B. 7.: *A kalciumatom akkor és csak akkor tudja elérni a zárthéjszerkezetet, ha egy elektront ad le.*
3. B. 8.: *Egy fémmel akkor és csak akkor lehet ötvözni, ha a fémnek atomjai beépülnek a fogadó fémnek a kristályrácsába.*
3. B. 9.: *Az alumínium akkor és csak akkor nem amfoter jellegű elem, ha lúggal és savval egyaránt reakcióba tud lépni.*
3. B. 10.: *A vastárgy felületét akkor és csak akkor borítja védő oxidréteg, ha a vastárgy rozsdásodni nem tud.*

A **4. témazárókban** került sor a már kialakult Peirce-művelet vizsgálatára. Mivel ez – a szakirodalom szerint – kialakult műveletnek tekinthető, a témazárásban már nem „tömbben” szerepeltettem, és átlagos nehézségű kémiai tartalommal készítettem mondatokat az egyes témazárókhoz. Az eddig fejlesztett és vizsgált műveletek esetei is rendszertelenül váltakozva fordulnak elő ezekben a feladatlapokban.

A témazárók kémiai tartalma átlagos nehézségű volt – ezt állapították meg a kollégáim és a gyerekek egyaránt.

Az eredmények értékelése

A kísérletet az 1993–94-es tanévben végeztem nyolc szegedi általános iskolában. Minden iskolából 2–2 nyolcadikos osztály összesen 16 osztály vett részt benne. A „kísérleti” osztályokban (ezekben 185 fő tanult) logikai képességfejlesztő feladatokat oldottam meg majdnem minden kémia órán, míg a kontroll osztályokban (ezekben 183 fő volt) ez nem történt meg.

a) A kémiai tantárgyi tudás és a logikai képességek

Meghatároztam a kémiai feladatlapok és a logikai tesztek teljesítményadatait itemekre, feladatokra, és feladatlapokra nemcsak a kísérleti és a kontrollosztályokra, hanem a mintára is. Megállapítottam, hogy a minta eredményei átlagukban és szórásukban nem különböztek egymástól – ezt bizonyították a csoportok hisztogramgörbéi is.

A logikai tesztek feladatmegoldásaiban (műveleteiben) nagyon kicsi, mintegy 2%-os fejlődés következett be, amely az életkori spontán fejlődéssel jól egyezik (CSAPÓ, 1987a). Szignifikáns fejlődés a műveletekben nem, csak az egyes műveletesetekben (mintázatokban) volt kimutatható: a Zsegalkin-művelet, a diszjunkció, az ekvivalencia és az implikáció egyes műveletkombinációinál. Ezek a tanév folyamán fejlesztett műveletek voltak.

b) A kémiai tartalom és a logikai képességek együttes vizsgálata

Minden témazáró 20 mondatot tartalmaz. A mondatokban két állítást logikai kötőszóval kapcsoltam össze. A kísérleti osztályokba járó tanulóknak – mivel csak ők írtak évközi képességfejlesztő felmérőket, a kontrollosztályokba já-

ró tanulók nem – a mondatokban szereplő két állítás, valamint a mondatok igazságértékét kellett meghatározniuk.

Tanártársaimmal úgy döntöttünk, hogy az állítás igazságértékének a helyes meghatározásáért 2 pont, míg a mondatáért 1 pont járt. A ponthatárokat úgy alakítottam ki, ha a tanuló minden állítás igazságértékét meghatározza, akkor is elérje a jeles érdemjegyet, függetlenül attól, hogy egyik mondat igazságértékét sem határozza meg. Tanártársaim előzetes kérésére ezeknek a témazáróknak az érdemjegyei csak tanulói kérésre kerülhettek be a naplóba.

Sajnos, csak a második témazáró feldolgozása során jöttem rá arra, hogy az értékelési rendszer torz volt: a diákok egy része az 50%-os találati valószínűség miatt a tesztek utolsó sorát, a mondat igazságértékét „találomra”, gondolkodás nélkül töltötte ki. Ez a tanulói eljárás bizonytalanná tette a évközi témazárókból levonható következtetéseket, a nyelvi-logikai képességfejlesztés követését. „Menet közben” nem tudtam a ponthatárokat úgy módosítani, hogy az állítások igazságtartalmának helyes megállapításáért 3, a mondatáért 2, ha az állítás igazságértékét nem állapította meg 1, míg a helytelen válaszért 0 pont járjon.

A felmérők megíratása után az egyes feladatokra adott válaszok alapján iskolánként és az iskolán belüli csoportonként is meghatároztam az elért teljesítményt, és a teljes minta eredményével együtt átadtam a kollégáknak, hogy a saját iskolájának csoportadatait a minta teljesítményértékével össze tudják hasonlítani. Természetesen a kijavított témazárókat kódolás után minden iskolába elküldtem megbeszélésre. Ezután az osztályokon belüli csoportadatokkal már nem foglalkoztam.

A tanulók gondolkodásvizsgálatához a kémiai tartalomtól – ideiglenesen – el kell tekinteni. Ezt úgy tudtam biztosítani, hogy minden műveltnél a logikailag helyes eseteket összevontam. Az évközi témazárókból megállapítottam, hogy a tanév eleji és végi logikai felmérőkhöz képest a jó teljesítés százalékaránya

- alacsony a konjunkció, a diszjunkció és a Peirce-művelet megoldása minden esetben.
- igen magas az implikációnak a hamis első állítást tartalmazó eseteiben. A kémiai tartalom tehát segítette a tanulókat a logikai feladatok megoldásában.
- nőtt viszont a tanév folyamán a Zsegalkin-művelet azon eseteiben, ahol az első állítás

igaz, valamint az implikációnak a hamis első állítást tartalmazó eseteiben és az ekvivalencia három esetében. Ezek többségében a fejlesztett műveletek voltak.

A megállapításokat ONEWAY-próbával ellenőriztem. Sajnos a jó megoldások arányának gyakran túl szórtak az értékei és mivel nem mindegyik felmérésben szerepeltettem minden műveletet, ez különösen az implikációnál nehezítette az adatok feldolgozását.

Ezután megvizsgáltam a logikailag helytelen válaszok százalékos teljesítésértékeit. A konjunkció és a diszjunkció helytelen megoldásainak százalékaránya 5% alá csökkent a tanév végére. Jelentős volt a teljesítésjavulás a Zsegalkin-művelet és az implikáció esetében. Az ekvivalencia és a Peirce-művelet esetén is csökkent a helytelen válaszok százalékaránya.

Tehát: a fejlesztett műveleteseteket (műveletkombinációkat) vizsgáltam a témák végén írtott kémiai-logikai témazárókkal. Először az egyes állításoknak és a mondatnak, mint összetett állításnak a jó teljesítésarányát határoztam meg. Megállapítottam, hogy az értékek aránylag rendszertelenül változnak, és általában a 2. és a 3. témazárókban teljesítettek gyengébben a tanulók. A 4. témazáró – feltehetően a témában megoldott sok logikai feladat hatására – jobban sikerült.

c) A logikai műveletek struktúrájának változásai

A logikai műveletek fejlődésének vizsgálatához nem elegendő a tanév elején és végén írtott nyelvi-logikai teszteket összehasonlítani és külön megvizsgálni a tőlük kissé eltérő szerkezetű, tanév közben, az egyes témák végén írtott kémiai-logikai feladatlapokat. A fejlesztés eredményét együtt, rendszerben kell vizsgálni. Ezért határoztam meg ONEWAY-próbával azt, hogy a műveletesetek teljesítményszintje miként változott a tanév folyamán.

A helytelen műveletek visszaszorultak a fejlesztés hatására – ezt az ONEWAY-próba igazolta – és ez mindenképpen fejlődést jelentett a tanulók nyelvi-logikai gondolkodásában.

d) Összefüggésvizsgálatok

A logikai teszt feladatainak összefüggésrendszerét klaszteranalízissel is elemeztem. Megállá-

pítottam, hogy (a várakozással megegyezően) a hasonló műveletek tömböt alkotnak, és lényeges átrendeződés nem következett be egyik csoportnál sem a tanév folyamán.

A kombinatív képesség és az intelligencia jelentős mértékben fejlődött mindkét (a kísérleti és a kontroll-) csoportoknál. Mindkét képesség az együttfejlődést mutatja. Az intelligencia ilyen alakulása nem váratlan, mivel az intelligencia összetett képesség, amelyet az egyik képességkomponens fejlesztésével nem tudjuk érdemben megváltoztatni.

A klaszteranalízist elvégeztem a vizsgált háromféle képességre (a Raven-, a kombinatív és a logikai tesztekre) és a kémiai feladatlapokra. Az eredményeket a program dendrogramon ábrázolta. Ebből megállapítottam, hogy mindkét csoportnál igen szoros kapcsolat van az intelligencia és a kémiai tudás között: az intelligensebb (okosabb) tanulók kémiai tudása is alaposabb. A kombinatív képesség (a kontrollcsoport év eleji állapota kivételével) elkülönül az intelligenciától és a kémiai tárgyi tudástól egyaránt. Mindkét csoport mindkét mérésénél látszik, hogy a logikai képesség – az előző megállapításokkal egyezően – elkülönül, „leszakad” a többi vizsgált képességtől, és leginkább az intelligenciához és a kombinatív képességhez, legkevésbé a kémia tárgyi tudáshoz kötődik. Ez azt mutatja, hogy „önálló életet él”, tehát a kémiai feladatrendszeremmel ezért nem tudtam hatni rá.

Összegzés

G ikkemben bemutattam azt a kísérletet, amelyet az 1993–94-es tanévben végeztem nyolc szegedi általános iskola 8. osztályaiban a nyelvi-logikai képességek fejlesztésére.

A kísérletben vizsgáltam a kémiai tudás, a logikai képességek fejlődését, valamint háttérnyezőként a kombinatív képesség és az intelligencia változását. Az év elején és végén mért logikai és kombinatív képességeket a JATE Pedagógiai Tanszéken kikísérletezett tesztlapokkal, az intelligenciát Raven-teszttel mértem, az év eleji és az év végi kémia tantárgyi tudás mérésére feladatlapokat szerkesztettem.

A tanulók nyelvi-logikai képességeinek a fejlesztésére feladatrendszert készítettem a diákoknak tanulói, a tanárok részére magyarázattal ellátott tanári jegyzetet állítottam össze. A jegyzet tartalmazza a hat legfontosabb logi-

kai művelet (a konjunkció, a diszjunkció, a Zsegalkin-művelet, az ekvivalencia, az implikáció és a Peirce-művelet) fejlesztésére készített feladatokat nemcsak témánkénti, hanem órai bontásban is.

Mivel a 8. osztály első félévében heti kettő, a második félévben heti egy órában tanítjuk a kémia tantárgyat, a képességfejlesztésben jelentős eredményekre nem számítottam. A szakirodalom szerint is erre az életkorra a logikai fejlődés üteme lelassul, átlagosan évi 2%-ra – ezt a kísérleti eredményeim is megerősítették. Mivel mind a kísérleti, mint a kontroll csoport fejlődése ugyanekkora volt, így a fejlesztő feladatrendszer egészében nem hozott létre jelentős változást. Szignifikáns fejlődés az esetek nagyon kis százalékában történt, de a fejlesztett műveletek közül fejlődést értem el a matematikában is gyakran használt Zsegalkin-művelet, a diszjunkció, az ekvivalencia és az implikáció egyes műveleteseteinél.

A műveletkombinációk változását megvizsgáltam a tanév közben íratott kémiai-logikai témazárókkal. Megállapítottam, hogy a hamis előtagú implikáció és ekvivalencia esetén a kémiai tartalom segítette a tanulókat a feladatmegoldásban. A diszjunkció, az implikáció és az ekvivalencia műveleteseteinél jobbak, míg a Pierce-műveletnél gyengébbek voltak az évközi témazárók eredményei a logikai tesztekhez képest. A fejlesztés eredményeként a helytelen válaszok százalékaránya csökkent mind az évközi feladatlapok, mint az évközi – év végi tesztek esetén.

Klaszteranalízissel megvizsgáltam a tanulók kémiai, logikai, kombinatív ismeretrendszerének, valamint az intelligenciájának a kapcsolatát. Megállapítottam, hogy a logikai képesség elválik a többi képességtől, és nem kapcsolódik erősebben a kémiai tudáshoz sem. Ez a megállapítás nemcsak a két csoport év eleji, hanem az év végi állapotára is fennáll.

A feladatrendszer hatásai közül kiemelném azt, hogy a kémiai órákat a feladatrendszer változatosabbá tette: az anyagrészek részösszefoglalásánál és az óra végi összefoglalásoknál örömmel használták a tanulók és a tanárok egyaránt. Ezen kívül még ha nem mutatható ki a logikai feladatrendszer jelentős mértékű fejlesztő hatása, a helytelen válaszok háttérbe szorulását mindenképpen eredményezte, tehát a kísérletben történő alkalmazása eredményes volt.

Felhasznált irodalom:

CSAPÓ BENŐ (1983 a): A gondolkodás műveleti képességeinek rendszere és fejlődése. *Köznevelés*, 38. sz. 15. o.

CSAPÓ BENŐ (1983 b): A kombinatív képesség és műveleteinek vizsgálata 14 éves tanulóknál. *Magyar Pedagógia*, 1. sz. 31–50. o.

CSAPÓ BENŐ (1984): *A kombinatív képesség struktúrája és fejlődése 10–17 éves korban*. Kandidátusi értekezés. Szeged.

CSAPÓ BENŐ (1987 a): A gondolkodás műveleti képességeinek fejlesztése az iskolai tantárgyak keretében. *Pedagógiai Szemle*, 7–8. sz. 652–660. o.

CSAPÓ BENŐ (1987 b): A kombinatív képesség fejlesztése az általános iskolában. *Pedagógiai Szemle*, 9. sz. 844–853. o.

CSAPÓ BENŐ (1988): *A kombinatív képesség struktúrája és fejlődése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

CSAPÓ BENŐ (1994): Az induktív gondolkodás fejlődése. *Magyar Pedagógiai*, 94 évf., 1–2. sz. 53–80. o.

CSAPÓ BENŐ–CSIRIKNÉ CZACHESZ ERZSÉBET–VIDÁKOVICH TIBOR (1987): A nyelvi-logikai műveletrendszer fejlettsége 14 éves korban. *Pszichológia*, 4. sz. 521–544. o.

CSIRIKNÉ CZACHESZ ERZSÉBET (1986): Gondolkodási stratégiák a 14 éves tanulók nyelvi-logikai műveleteiben. *Magyar Pedagógia*, 1. sz. 63–76. o.

KECSKÉS ANDRÁSNÉ (1991): *Kémia az általános iskola 8. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Budapest.

KECSKÉS ANTAL–MOLNÁR ISTVÁN (1988): *Feladatlapok a 7. és 8. osztályos kémia tanításához*. Kézirat, Szeged.

KECSKÉS ANTAL–MOLNÁR ISTVÁN (1990): *Feladatlapok a 6.–7.–8. osztályos fizika tanításához*. Kézirat, Szeged.

KECSKÉS ANTAL–MOLNÁR ISTVÁN (1991 a): *Feladatlapok és témazárók a 7. osztályos kémia tanításához*. Kézirat, Szeged.

KECSKÉS ANTAL–MOLNÁR ISTVÁN (1991 b): *Feladatlapok és témazárók a 8. osztályos kémia tanításához*. Kézirat, Szeged.

KELEMEN LÁSZLÓ (1978): *A GONDOLKODÁS NEVELÉSE AZ ÁLTALÁNOS ISKOLÁBAN*. Tankönyvkiadó, Budapest.

LÉNÁRD FERENC (1978): *A problémamegoldó gondolkodás*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

LÉNÁRD FERENC (1981): *A gondolkodás hétköznapijai*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

MOLNÁR ISTVÁN (1994): Feladatlapok és témazárók a 7. és 8. osztályos kémia tanításához. *A kémia tanítása*, II. évf. 2. szám, 11–20. o.

NAGY JÓZSEF (1980): A tudás létezési módjai, megjelenési formái és funkciói. *Acta Universitatis Szegediensis de A. J. Nominatae, Sectio Paedagogica et Psychologica, Series Specifica*. Szeged, 22. sz.

NAGY JÓZSEF (1981): Rendszerezési képesség. 18. *Pedagógiai Nyári Egyetem*. Szeged. 197–218. o.

NAGY JÓZSEF (1983): A műveleti képességek rendszere. *Acta Universitatis Szegediensis de A. J. Nominatae, Sectio Paedagogica et Psychologica, Series Specifica*. Szeged, 25. sz. 79–97. o.

NAGY JÓZSEF (1986): *A tudástechnológia elméleti alapjai*. OOK, Veszprém.

NAGY JÓZSEF (1987): *A rendszerezési képesség kialakulása*. Gondolkodási műveletek. Akadémiai Kiadó, Budapest.

NAGY JÓZSEF–GUBÁN GYULA (1987): A rendszerezési képesség fejlesztése az általános iskolában. *Pedagógiai Szemle*, 11. sz. 1008–1119. o.

Nemzeti Alaptanterv (1995). Budapest, Korona Kiadó.

SIPOSNÉ KEDVES ÉVA–DEÁK LÁSZLÓ–DÉVÉNYI ISTVÁNNÉ (1991): *Kémia 8. munkatankönyv az általános iskola 8. osztálya számára*. Tankönyvkiadó, Budapest.

SZEBENYI PÉTER (főszerk., 1978): *Az általános iskolai nevelés és oktatás terve I–III*. Országos Pedagógiai Intézet, Budapest.

VIDÁKOVICH TIBOR (1987): A logikai műveleti képességek fejlesztése: feladatok és lehetőségek. *Pedagógiai Szemle*, 10. sz. 1038–1046. o.

VIDÁKOVICH TIBOR (1990): *Diagnosztikus pedagógiai értékelés*. Akadémiai Kiadó, Budapest.

A MOZAIK KIADÓ 19 KÖTETES TANKÖNYVSOROZATA A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

ÁLTALÁNOS ISKOLA

5

TERMÉSZETISMERET

Közvetlen környezetünk

Élőlények a kertben. Térképismeret. Magyarország

6

TERMÉSZETISMERET

Földrajzi és biológiai alapismeretek

A változó földfelszín
Környezetünk állatai
A kamaszkori szervezet

TERMÉSZETISMERET

Fizikai és kémiai alapismeretek

Kölcsönhatás, erő, mozgás
Energia, munka, hő
Hőjelenségek

7

FÖLDRAJZ

Geoszférák
Európán kívüli
földrészek

BIOLÓGIA

Tájak és életközösségek

FIZIKA

Elektromosságtan

KÉMIA

Kémiai
alapismeretek

8

FÖLDRAJZ

A Föld a világegyetemben
Európa országai
és a FÁK

BIOLÓGIA

Az ember
szervezete
és egészsége

FIZIKA

Haladó mozgás
Energiaátvitel

KÉMIA

Szervetlen kémia

KÖZÉPISKOLA

9

FÖLDRAJZ

Magyarország
földrajza
Övezetesség
a Földön

BIOLÓGIA

Növények,
állatok teste
és életműködése
Ökológiai alapismeretek

FIZIKA

Periodikus
mozgások

KÉMIA

Általános kémia

10

FÖLDRAJZ

A Föld társadalmi
és gazdasági képe
Globális problémák

BIOLÓGIA

Öröklődés
Törzsfajlódás
Általános egészségtan

FIZIKA

Részecskefizika
Az anyag
szerkezete

KÉMIA

Szerves kémia



MOZAIK OKTATÁSI STÚDIÓ

Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 47-01-01, 470-052

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK:

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70. Tel.: 31-42-612

6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73. Tel.: (62) 485-522

A KÉMIA TANÍTÁSA

MÓDSZERTANI FOLYÓIRAT



Miért színes, miért szagos?

(Kovács Hajna–Takács Krisztina)

Katalizátorok a
környezetvédelemben

(Dr. Halász János–Tamási Anikó–Varga Judit)

A vakok és a csökkent
látásúak kémia tanítása

(Kövesdi Dorottya)

A demonstrációs kísérletek
szerepe a kémiatanárok
felkészítésében

(Dr. Erdősi Ferencné–Dr. Halblender Anna–Dr. Petőcz György)

A távoktatás alapkérdései

(Ivanics Nóra Enikő)

1997 **3-4**

V. ÉVFOLYAM

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerkesztő:

Szentmiklósi Csaba

Borítótér: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 590 Ft.

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Soros Alapítvány

támogatásával

A kémia tanításában megjelenő valamennyi cikket szerzői jog védi. Másolásuk bármilyen formában kizárólag a kiadó előzetes írásbeli engedélyével történhet.

ISSN 1216-6642

Készült a Dürer Nyomda Kft.-ben

Felelős vezető: Beregszászi László

TARTALOM

Vesekövek osztályozásai

Kiricsi Mónika IV. éves kémia szakos hallgató

Dr. Berkesi Ottó egyetemi docens, JATE, Szeged

Miért színes, miért szagos?

Kovács Hajna–Takács Krisztina

IV. éves biológia-kémia szakos hallgatók, ELTE TTK, Bp.

A kémiai elemek genezise mint a kémiaoktatás szabadon választott témája

Széll Tamás

Az 1996/97. tanévi kémia OKTV III. (gyakorlati) fordulója (I. kategória)

Dr. Rózsahegyi Márta–Dr. Wajand Judit

XXIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Kémiai és Vegyipari Szekció

Dr. Adamkovich István

John J. Kabay; avagy Kabay János magyar feltaláló élete

Dr. Adamkovich István

A távoktatás alapkérdései

Ivanics Nóra Enikő managerigazgató, JCYTF, Szeged

A demonstrációs kísérletek szerepe a kémiatanárok felkészítésében

Dr. Erdősi Ferencné–Dr. Halblender Anna–Dr. Petőcz György

Innen–onnan

Dr. Tóth Zoltán, egyetemi docens, KLTE, Debrecen

A vakok és a csökkent látásúak kémia tanítása

Kövesdi Dorottya IV. éves biológia-kémia egyetemi hallg., ELTE

Katalizátorok a környezetvédelemben

Dr. Halász János–Tamási Anikó–Varga Judit

JATE, Alkalmazott Kémiai Tanszék, Szeged

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjék meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8–10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utaljunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabétikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében adóazonosító számukat is. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Kiricsi Mónika–Dr. Berkesi Ottó

Vesekövek osztályozása

A vesekőképződés egyike a leggyakrabban előforduló betegségeknek világszerte. A fájdalmak megszüntetése már többnyire nem műtéti beavatkozással történik, hanem a szervezetben belül történő, ultrahangos roncsolást alkalmazzák és az apró, porszerű darabok a vizelettel együtt ürülnek ki. A beavatkozás után azonban fel kell ismerni a kövek típusát, hogy megfelelő megelőző terápiát lehessen alkalmazni.

A vesekövek jellemzésére műszeres és klaszikus kémiai módszerek állnak az orvosok rendelkezésére, ez utóbbiak lassúak és nem is minden kő esetében alkalmazhatók. További gondot okoz, hogy a nemzetközi tesztek eredményei szerint a hibás elemzések száma igen magas ezeknél az eljárásoknál [1].

A rezgési spektroszkópiai módszerek – infravörös (IR-) és Raman-spektroszkópia – elvileg elegendő információt nyújtanak a kövek összetevőiről az azonosításhoz, és még mennyiségi analízisre is lehetőséget adnak, azonban nem eléggé elterjedtek.

A Fourier-transzformációs technika lehetővé tette, hogy néhány éve elinduljon a rezgési spektroszkópiák betörése a klinikai diagnosztika területére.

Az anyagcsere végtermékei, továbbá a szervezet számára fölösleges ionok és molekulák oldott állapotban a vizelettel ürülnek ki. Bizonyos körülmények között a vizeletből panaszos tüneteket okozó kövek csapódhatnak ki. A kövek kivétel nélkül tartalmaznak valamilyen kristályos, rosszul oldódó csapadékot. Leggyakoribbak a Ca-oxalát-monohidrát és -dihidrát, amelyek a kövek 50–60%-át alkotják [2]. Gyakorikak a Ca- és Mg-foszfátok, a húgysav, urát és xantin. Ritka kőalkotóként tartják számon a Ca-karbonátot. A kövekben mindig található fizikailag kötött víz, valamint járulékos szerves anyagok (vér, hámsejtek).

A karbonát- és foszfátkövek szürke vagy fehér színűek, általában krétaszerűen puhák. Az

oxalát- és urátkövek kőkemények. Az oxalát-dihidrát-kövek tüskések, hegyes tűikkel beakadnak a húgyutak nyálkahártyáiba és azokat felsértve vérzéseket okoznak. Ezért az oxalát-monohidrát-kövek a rájuk tapadt vértől barnás vagy fekete színűek. Vannak rétegzett kövek, melyekben a mag húgysavkristályokból, a héj foszfátokból és karbonátokból áll. A rétegződés a vizelet összetételének változását tükrözi. A kövek összetételét és felépítését megszabja, illetve befolyásolja az a közeg, melyből keletkeznek; a vizelet pH-ja, kémiai összetétele, az oldott anyagok koncentrációja, melyek hatására kémiaiilag eltérő, kristályos vegyületek csapódhatnak ki. Az orvosi problémát az okozza, hogy a kövek váza a szervezetben alkalmazható összes oldószernek ellenáll, így mechanikus eltávolítása előbb-utóbb szükségessé válik. [3].

Az emberi szervezetben előforduló vesekövek képződési helyük alapján tovább osztályozhatók. Valójában kéreg-, kehely-, medence körüli üréter-, hólyag-, vagy uretakőről beszélhetünk [4]. A vesekő elhelyezkedhet a vesemedencében, a húgylevezetőben és a hólyagban. Nagysága a homokszemcsétől a rizsszem nagyságúig terjedhet. Általában egyesével képződnek, de ritkán több, néha 30–40 kisebb kő is keletkezhet azonos helyen.

A kövek képződéséhez kedvező környezet a szervezetben biológiai okok hozzák létre. Ilyen a vizelet pangása, melyet a vizelet továbbáramlását elősegítő mozgások csökkenése idéz elő. További okok az anyagcsere-megbetegedések, a mésháztartás zavara, az A- és D-vitamin hiánya. A kőképződést elősegíti a vizelet túltelítettsége, kedvezőtlen vegyhatása, koloidanyag-tartalma.

A vesekövek férfiakban és nőkben egyforma gyakorisággal fordulnak elő. Eddig még nem tudtak egyértelmű kapcsolatot kimutatni az étrend, az ivóvíz minősége és a kőképződés között. Az azonban biztos, hogy a stresszes élet-

mód kedvez a kialakulásuknak. Azt is tudják már, hogy a nagyobb kövek néma kövek, azaz panaszt nem okoznak a betegnek. Az apróbb kövek, a vándorkövek képződési helyükről eltávoznak, felsértik a húgyutakat, és fájdalmas görcsöket okoznak. Az ún. zárókövek elzárják az uréterbemenetet, és olyan nagyfokú görcsöket okoznak, hogy azonnali beavatkozásra van szükség.

A gyógykezelést a kellő időben elvégzett műtét, a kő gyógyszeres elhajtása vagy a kövek szétmorzsolása után a hólyagból való kimosása jelenti.

A kőanalízis feladata a kövek minőségi és mennyiségi összetételének meghatározása, a komponensek térbeli eloszlásának megállapítása, a kő centrumának és morfológiai jellegzeteségeinek felismerése.

A vesekövek azonosítására használt eljárások alapvetően a műszeres, fizikai eljárásokra, illetve a klasszikus kémiai analízisre oszthatók fel. Tulajdonképpen a feladat teljesen azonos a geológus feladatával, amikor az egyes kőzetek alkotóit kívánja felismerni, azonosítani, ezért nem véletlen, hogy az eszközök is megegyeznek.

A látható tartományban működő gerjesztőlézerrel ellátott diszperziós Raman-spektrométerekkel nem volt lehetőség a natív biológiai minták elemzésére, mert a mintában található kis mennyiségű vérkomponensek igen erős fluoreszcenciát okoztak, a Raman-színkép nem volt detektálható.

A Fourier-transzformációs technika bevezetése az IR-spektroszkópiában kiküszöbölte a korábbi problémák jelentős részét, mivel a felvett színképek minőségének jelentős javulása mellett alkalmazhatóvá váltak a különböző kemometriai eljárások az átfedő csúcsok analizésére.

A gerjesztőlézer frekvenciája a közeli IR-tartományba került az FT-Raman-spektroszkópia kifejlesztésének eredményeként. Ez jelentősen csökkentette a fluoreszcencia lehetőségét és már bizonyított, hogy elvégezhető a natív minták vizsgálata is [5].

A klasszikus kémiai analízisre alapozott eljárások országoként erősen eltérnek. Magyarországon szinte kizárólag a Harzalith-eljárásként ismert ultramikrokémiai módszer az elterjedt. Ez egyesíti a mikroszkópos eljárások és a kémiai analízis előnyeit, azonban nem képes kezelni a kisméretű köveket, mint pl. a gyerekköveket

vagy az ultrahangos kezelés után ürülő homokot. Probléma merül fel az 5%-nál kisebb részesedésű, illetve az egyenletesen eloszlott, külön makrofázist nem alkotó komponensek felismerésénél. A mennyiségi összetételre csak durva becslést képes adni.

A vizsgálatok során száz natív mintát dolgoztunk fel. A kövek szemrevételezése után kiválasztott jellegzetes külső pontjaikat vizsgáltuk. Ezt követte a kövek hasítása és belső szerkezetük feltérképezése. Ha szükségesnek találtuk a kő megőrlése után is vizsgáltuk a minta Raman- és fotoakusztikus színeképét. Vizsgáltuk továbbá a Harzalith-eljáráshoz megvásárolható standardkészletet, amely tíz, köztük ritka kőalkotókat is tartalmazott.

Kísérleti eredmények és értékelésük

A kőalkotó vegyületeket a spektrumokban megjelenő sávok számossága alapján két csoportba soroltuk. Az oxalátokat és a szervesetlen kőalkotókat néhány intenzív sáv jellemzi, míg a purinbázisú kőalkotók és a cisztin színeképei jóval összetettebbek.

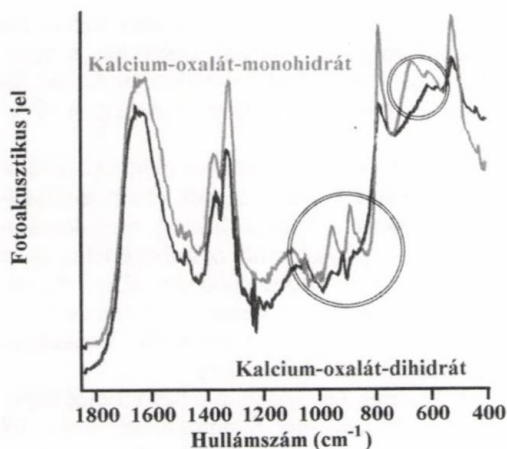
1. A kalcium-oxalát módosulatok és a szervesetlen kőalkotók vizsgálata

A leggyakoribb két kőalkotó a kalcium-oxalát mono- és dihidrátja várhatóan az egyik legnehezebben megkülönböztethető feladat a molekuláris spektroszkópiai módszerek számára. Az 1. ábrán látható fotoakusztikus színeképek ezt jól bizonyítják.

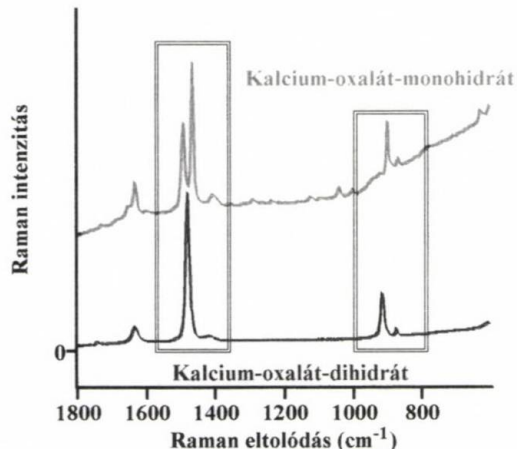
Szerencsére a 2. ábrán látható Raman-színeképek nem támasztották alá ezt. A karboxilátcsoport szimmetrikus vegyértékrezgési tartományában található legintenzívebb sáv felhasad a monohidrát esetében. A felhasadás valószínűleg a kristályszerkezet eltéréseiből ered, az ún. faktorcsoport felhasadások körébe sorolható.

A Raman színkép egyértelmű azonosítást tesz lehetővé, az $1400\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ közti, és a 900 cm^{-1} körüli tartományban megfigyelhető jellegzetes csúcsok alapján.

Vizsgáltuk a módszerek alkalmazhatóságát a kő morfológiai jellemzésére is. A PAS-cella nem alkalmas erre, mert a beeső fény nem fókuszálható a kő tetszőleges részletére, ezzel elentétben a Raman-spektrométer gerjesztőlézerének 1 mm átmérőjű sugara azonban már alkalmas annak kimutatására, ha a minta



A Ca-oxalát-monohidrát és a Ca-oxalát-dihidrát fotoakusztikus infravörös spektruma; az azonosításra alkalmas sávokat jelöltük
1. ábra



A Ca-oxalát-monohidrát és a Ca-oxalát-dihidrát jellemző Raman sávjai
2. ábra

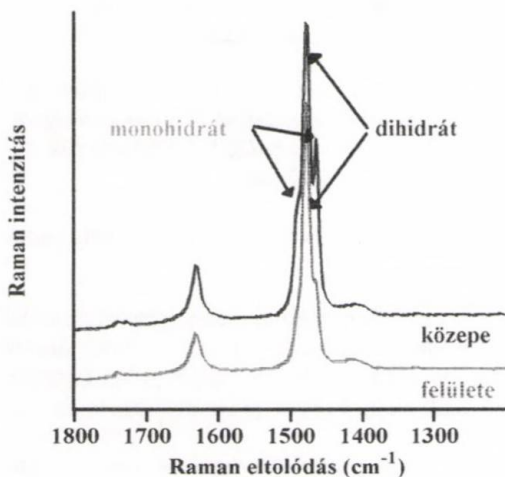
komponensei nem egyenletes eloszlásúak. Ezért elvégeztük a natív minták ilyen jellegű vizsgálatát is.

Még a látszólag homogén kövek esetében sem lehetünk teljesen biztosak, hogy összetételük nem változik. Az általunk megvizsgált kövek között erre is volt példa. A 3. ábrán látható színképtár azt bizonyítja, hogy a kő képződése során a kalcium-oxalát mindkét formája kicsapódott az oldatból egy egységesnek látszó fázist alkotva, de valószínűleg a körülmények fokozatos

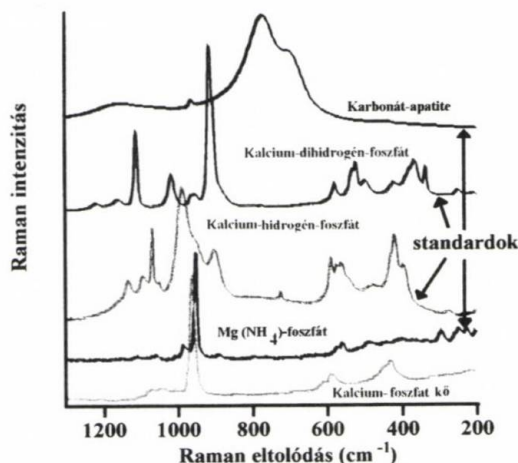
változásának következtében a kettő aránya a dihidrát felé tolódott el.

A szervesetlen kőalkotók közül a leggyakoribb kőalkotó-komponensek a különböző foszfátok. Az általunk vizsgált kövekben csak a kalcium-foszfát teljesen semlegesített formájára jellemző sávokat találtunk. Hasonlóan az oxalátokhoz jelen esetben is a Raman-spektrum mutatott könnyen azonosítható éles sávokat.

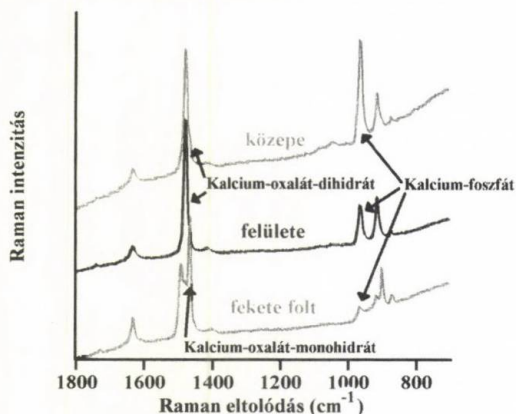
A standard készlet négy foszfáttartalmú kőalkotót tartalmazott, amelyek Raman-színké-



Látszólag homogén összetételű kalcium-oxalát-kő felületének és magjának Raman-színképe a két kristálmódosulat arányának változását mutatja
3. ábra



A standard készlet négy foszfáttartalmú kőalkotójának és egy vizsgált kalcium-foszfát-kő Raman-színképei
4. ábra

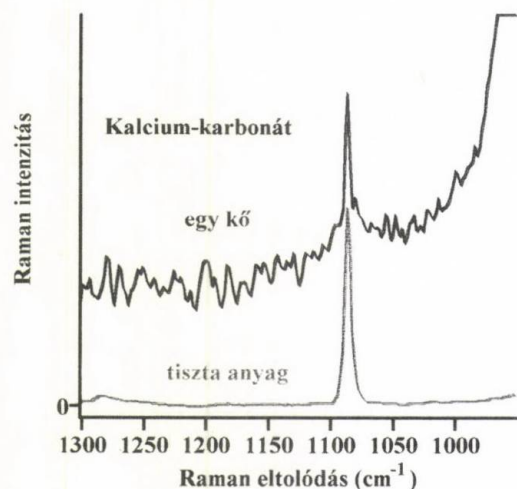


Egy erősen összetett vesekő jellegzetes pontjainak Raman-színképe
5. ábra

pének jellegzetes tartományát a 4. ábrán adtuk meg. A kövekben talált kalcium-foszfáttal összehasonlítva egyértelműen megállapítható, hogy a prontonálódás okozta jelentős szimmetriacsökkenés mellett a kationok által létrehozott eltolódás is jól érzékelhető a színkép legintenzívebb sávjában.

A Ca-foszfát leggyakrabban Ca-oxalát-dihidráttal együtt, vagy önállóan képez vesekövet. A foszfátkövek keletkezése a pH jelentős mértékű lúgos irányú eltolódásával függ össze.

Ezt bizonyítja az 5. ábrán bemutatott kő esete is, a foszfátmag jóval kisebb volt a savasodás-

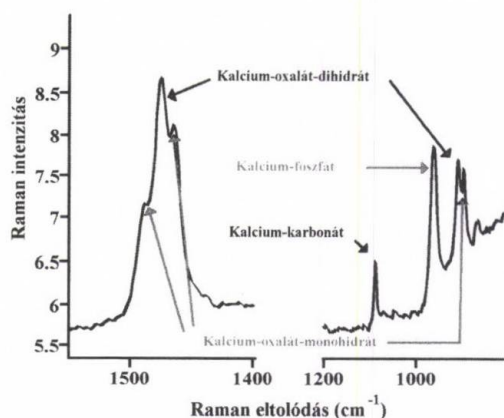


A kalcium-karbonát-komponens azonosítása kémiailag tiszta anyaggal való összehasonlítással
6. ábra

kor. A vizelet összetételének további változását mutatja, hogy egy ponton megindult a kalcium-oxalát-monohidrát külön fázisként való kiválása is egy kis fekete zárványt okozva a kő felületén.

Jó néhány kő vizsgálatkor olyan, korábban általunk észlelt, és a standardok között sem található komponenset fedeztünk fel, mely kémiaiilag tiszta anyaggal való összehasonlítás után Ca-karbonátnak bizonyult (lásd 6. ábra). Az irodalom a Ca-karbonát vesekövekben való megjelenését kuriózumként értékeli [2]. Tapasztalataink ezt nem erősítették meg.

A 7. ábrán egy olyan, a teljes kő megőrlése után felvett színeképet mutatunk be, amely jól mutatja, hogy még egy ilyen sokkomponensű rendszerben is igen könnyű az egyes kőalkotók azonosítása. Az egyszerű mennyiségi értékelést sem tartjuk kizártnak.



Egy teljes mennyiségében megőrzött, erősen összetett vesekő komponensei Raman-színképük alapján mennyiségileg is jellemezhetők
7. ábra

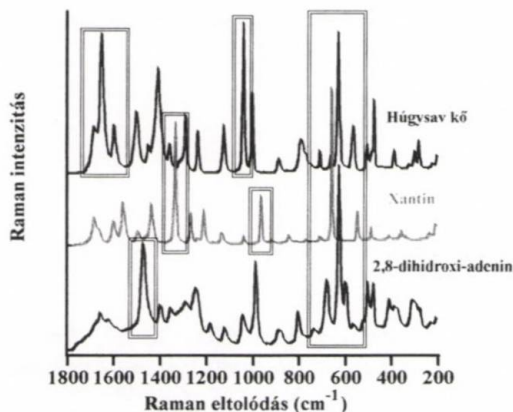
2. A purinvázis kőalkotók és a cisztin vizsgálata

Az emberben a purinanyagcsere végterméke a húgysav. Húgysavkövek két fő úton jönnek létre, az egyik amikor a vizelet pH-ja tartósan 5,6 alatt van, vagy a purinanyagcsere zavara folytán.

A xantin a purinanyagcsere végén húgysavvá oxidálódik. Ha a xantinoxidáz enzim működésében zavar keletkezik, akkor ez a folyamat nem, vagy csak részlegesen megy végbe, és ilyenkor a xantin felszaporodik a vizeletben.

Az egészséges ember szervezetében adenin-ből húgysav, ha ez a folyamat gátolt, akkor 2,8-dihidroxi-adenin képződik.

A fent felsorolt szerves vegyületek viszonylag gyakori vesekőalkotó komponensek, az irodalom szerint általában keverten képeznek követ. A 2,8-dihidroxi-adenin megkülönböztetése a klasszikus analízisben nagyon nehéz, mert reakciói nagyon hasonlítanak a húgysav kémiai reakcióihoz. A 8. ábrán ezen kőalkotók jellemző Raman-színképét adtuk meg. A húgysav egyértelműen megkülönböztethető a C=O tartományban lévő erős sáv alapján. A másik két kőalkotó esetében az ábrán kerettel jelölt sávok, illetve tartományok vizsgálata szükséges az azonosításhoz.

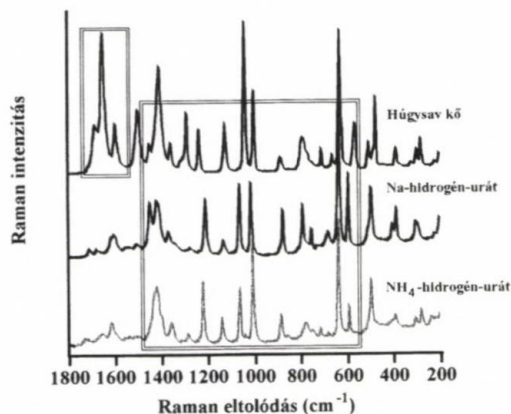


A purinvázis kőalkotók Raman-színképei és az azonosításra legalkalmasabb sávok
8. ábra

A purinvázis kőalkotók esetében – ellentétben a foszfátokkal – az IR-színkép már nem igazán alkalmas az egyes vegyületek esetleges keverékeinek a vizsgálatára a legintenzívebb sávok túlzott átfedése miatt.

A vizsgált vegyületkörbe tartoznak a húgysav különböző sói is. A nátrium- és az ammónium-hidro-urát az, amely kőképzőként ismert ezek közül. A 9. ábrán megadott Raman-színképek alapján kimondhatjuk, hogy a sók is könnyen megkülönböztethetők a húgysavtól, de a kationok azonosítására már egy elég széles tartományt kell vizsgálni, összehasonlítva az egyes csúcsok relatív intenzitását is.

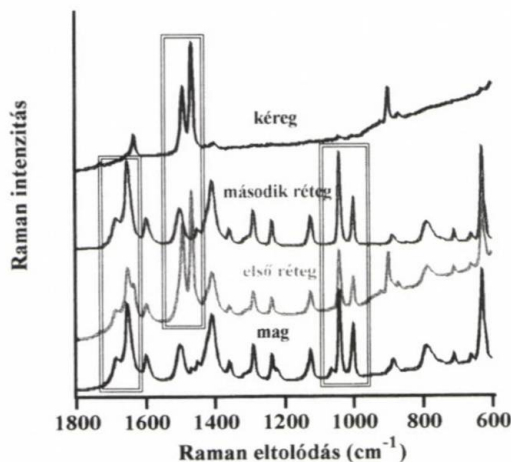
A fő kőalkotók közül a cisztin színképét is, mint standardot tudtuk vizsgálni. Ez az egyetlen aminosav, amely kőalkotóként jelentkezik. A Raman-színképben lévő erős sávok a kénatomok



A húgysav és két kőalkotó sójának Raman-spektruma, a megkülönböztetésre alkalmas tartományok
9. ábra

okozta jó polarizálhatóság miatt jelennek meg, már kis mennyiség jelenlétét is elárulják a kővekben.

Arra mutatjuk be a következő példát, hogy a Raman-színkép mennyire jól alkalmazható összetett kövek jellemzésére. A követ a húgyhólyagból távolították el, morfológiája alapján kalcium-oxalát-monohidrát kő volt, amit a 10. ábrán látható kéregspektrum is megerősített. Ez alapján a kő lehetne a vesemedencéből elvándorolt kő. Az alapvonalon az 1000 cm⁻¹ hullámszám körül található két kis intenzitású sáv, azonban esetleg más komponensek jelenlétére



Összetett, rétegesen kikristályosodott kő komponenseinek azonosítása Raman-színképe alapján
10. ábra

hívta fel a figyelmet. A kő kettéhasítása után egy négyrétegű szerkezetet találtunk, ami azt mutatja, hogy a kő magját húgysav alkotja, azaz valószínűleg hólyagkőről van szó, de az anyagcserében beállt változások miatt erre kalcium-oxalát-monohidrátról is szó lehet. Ez a változás periodikusan megismétlődött. A kő történetével összevetve az így nyert adatokat az orvos számára a jelenleginél biztosabb támpontot nyújt az egyes kezelési eljárások hatásának megítéléséhez.

Hizsgálataink alapján megállapítható tehát, hogy a rezgési spektroszkópiai módszerek közül az FT-Raman-spektroszkópia a legalkalmasabb, továbbmenve egymágában is alkalmas az általunk megvizsgált kőalkotók és kövek megkülönböztetésére. Még mikroszkóp alkalmazása nélkül is alkalmas a kő morfológiájának a jellemzésére, amely

hasznos információt nyújt az orvos számára az alkalmazott kezelési eljárások hatásának megítélésére. Lehetőséget látunk a kvantitatív analitikai eljárás kidolgozására is, a kő összetételének jellemzésére.

IRODALOM

- [1] G. REBENTISCH, W. BERG, W. PIRLICH AND D. HOMMANN: *International Urology and Nephrology*, 20, 35, 1988.
- [2] A. HESSE, W.-D. MIERSCH: *International Urology and Nephrology*, 21, 257, 1989.
- [3] DR. BERÉNYI MIHÁLY: *Urolithiasis vesekőbetegség*. Medicina, Budapest, 1981.
- [4] DR. OBÁL FERENC (szerk.): *Emberi test*. Gondolat, 1982.
- [5] E. WENTRUP-BYRNE-L. RINTOUL-J. L. SMITH-P. M. FREDRICKS: *Applied Spectroscopy*, 49, 1028, 1995.

Kovács Hajna–Takács Krisztina

Miért színes, miért szagos?

Aszervetlen és a szerves kémiában a különböző anyagok tárgyalása általában a fizikai tulajdonságok, köztük a szín és a szag leírásával kezdődik. Ez lehetőséget kínál a fizikával és a biológiával való koncentráció kiépítésére, hiszen a fénnel a fizikában, a látás és a szaglás szerveivel és mechanizmusával a biológiában ismerkednek meg a tanulók. Sajnos, a legtöbb tanterv szerint a három tárgy között nem megfelelő a koncentráció abból a szempontból, hogy a kémia már évekkel előbb vizsgálja az elemek és vegyületek színét és szagát, mint ahogy a fizika és a biológia kialakítja az előbbi ismereteket. Ezért javasoljuk, hogy a kémiaórákon is kerüljön sor e két fontos érzékszerv működésének ismertetésére.

Miért színes?

A Napból és a fényforrásokból származó fény nem egységes, hanem különböző hullámhosszú sugarakból áll. A fehér fény egyes hullámhossztartományai a szivárvány (spektrum) különböző színeinek felelnek meg. A látható tartomány: vörös: 800–640 nm, narancs: 640–590 nm, sárga: 590–570 nm, zöld: 570–490 nm, kékes-

zöld: 490–460 nm, kék: 460–430 nm, ibolya: 430–400 nm. Az emberi szem 160, egységes hullámhosszú színárnyalatot tud megkülönböztetni. Az összes megkülönböztethető, vegyes hullámhosszú színárnyalat száma megközelíti a 600 000-et.

A tárgyak színét az határozza meg, hogy a látható fényből ráeső fénysugarak közül melyeket ver vissza, nyel el, illetve enged át:

- színtelen, átlátszó a tárgy, ha a ráeső sugarakat teljes mértékben átengedi,
- fehér, ha minden fényt azonos mértékben visszaver,
- fekete, ha a látható fény minden összetevőjét elnyeli,
- színes, ha a fény alkotóiból csak egyeseket nyel el, a többit visszaveri.

Lássunk erre néhány példát!

A fémek többsége szürke, a fény valamennyi hullámhosszú tartományában azonos arányban nyelnek el, illetve vernek vissza. A sárga fémek az összetett fény kék, kisebb hullámhosszú tartományából többet nyelnek el, a nagyobb hullámhosszú sugarakat pedig visszaverik. Színtelenek a kisebb rendszámú nemfémek, melyek atomjaiban nincsenek betöltetlen elektronpá-

lyák, és nagyon erős kötésekkel kapcsolódnak molekulákba, pl. N_2 , O_2 , H_2 . Az ionos vegyületek közül pedig azok, melyben a kation az s-mező fémeiből származik, az anion pedig kevésbé polarizálható, pl. $CaCO_3$ (mész), $CaSO_4$ (gipsz). Színesek a d mező fémvegyületei, így a vas-, króm-, réz-, kobalt-, vanádium-, mangánvegyületek, mert e fémek külső elektronhéja alatti héj is telítetlen, az elektronjai könnyen gerjeszthetők. Egy adott fémnek is többféle színű vegyülete lehet, a kation oxidációs számától, és a hozzákapcsolódó anion, ligandumok minőségétől függően. Pl. a +7-es oxidációs számú vanádiumionok színe vörösbarna, a +5-ösé sárga, a +4-esé kék, a +3-asé zöld, a +2-esé lila, míg a +7-es oxidációs számú mangánion lila, a +6-os zöld, a +5-ös kék, a +4-es narancs, a +3-as rózsaszín, a +2-es pedig színtelen. A kobalt +2-es oxidációs számú ionja vízmentesen kék, hidratálva rózsaszín, klorokomplexe szintén kék, amminkomplexe sárga. A króm +3-as oxidációs számú ionjainak hidroxikomplexe zöld, amminkomplexe pedig ibolya színű. Az anyagok színét tehát az elektronszerkezet határozza meg. A fény energiája gerjeszti az elektronokat, így az elektron nagyobb energiájú héjra, vagy pályára kerül. Miközben visszajut eredeti állapotába, fény formájában kisugározza a felvett energiát, így színesnek látjuk. A színtelen anyagok elektronjait a látható fény nem tudja gerjeszteni.

A látás feltétele a megfelelő fejlettségű szem. Az agy a szemből kapott ingerületeket képként érzékeli. A szembe jutó fény a szemlencsén és az üvegtestén át az ideghártyára kerül. Itt vannak a receptorsejtek, melyeket alakjuk szerint **csap- és pálcikasejteknek** neveznek. A csapok teljes világosságban az éleslátásért és a színlátásért felelősek. Ezek főleg a retinán, a fovea centralisban, a sárgafolt közepén, az éleslátás helyén találhatók. Perifériásan haladva csökken a számuk, a külső régióban pedig már nincsenek jelen. Ez okozza azt, hogy a látótér szélén nem látunk élesen, csak elnagyolt formákat és mozgást érzékelünk.

A pálcikák feladata a sötétadaptáció és a félhomályban való látás. A pálcikák tartalmazzák a retinabírbort, mely sötétben termelődik, fény hatására pedig elbomlik. Pálcikák a fovea centralisban nincsenek, a periféria felé haladva viszont egyre sűrűbben fordulnak elő. E sejtek az éleslátásban nem játszanak szerepet. A sötéthez szokott szemnek három nevezetes tulajdonsága van:

1. Sötétben a színlátás jellemző módon megváltozik. A piros szín sötétebb, illetve fekete lesz, míg a kék világosabbnak látszik (Purkinje-féle tü-

net). Fényben a színek legvilágosabb színe a sárga, de a világosnak érzékelt rész a sötétben a zöld felé tolódik. A színek eltolódása okozza, hogy a piros sötétebb, a kék világosabb tartományba kerül. A szem bizonyos fényintenzitás alatt színvak.

2. Sötétben nem a fovea centralis a retina fényre legérzékenyebb része. Így sötétben egy világos foltot csak akkor látunk, ha kissé a folt mellé nézünk. Az éleslátás helye nem működik rendesen, így a látás kevésbé éles.

3. A fénylátás viszont sok ezerszer finomabb. A csapok alkalmazkodóképessége a sötéthez gyenge, ezek sötétben alig működnek.

Színvakság esetén (ami igen ritka betegség) nincs színlátás, a csapok nem működnek, csak világossági árnyalataikban különböznek a színek. Az éleslátás is sérült. Nappal a beteg szemé káprázik, mert a pálcikáknak a nappali fény túl erős. Sötétben viszont – ha már megszokta – ugyanúgy lát, mint egy épszemű.

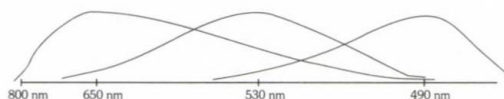
Farkasvakság esetén a pálcikák nem működnek, ezért sötétedéskor veszt el látását a beteg, mert ilyenkor a sötétadaptáció nem lehetséges.

Az állatok színérzékelése eltérhet az emberétől. A tengerben 300 m-nél mélyebben élő halak csapokkal nem rendelkeznek, színvakok. Más állatok szemében pedig csak elvétve vannak csapok, mert ezek a sötétbe alkalmazkodtak, és színeket alig látnak (pl. bagoly, sün, vakondok, bálna, denevér, egér, patkány, egyes majmok, bika, cápa, rája). A különböző állatok színérzékelése eltérő, pl. a patkány a kékeszöld-sárgára, a tengerimalac a kékre, zöldre, a béka kékeszöld-zöld-sárgára, a kígyó zöldre és narancsra érzékeny.

Az ember színérzékelése a látótér egyes részein más és más. A külső 15 fokos perem a látótérben színvak, befelé haladva 10–15 fokos gyűrűben először csak a kék, majd a vörös, és legbelül a zöld szín is megjelenik. Ép színlátású ember a spektrum helyesen megválasztott három hullámhosszának keverésével a színek összes színét és a nem spektrális színeket is elő tudja állítani. Ezen alapul a Young-Helmholtz-féle háromszín elmélet (trikromatikus elmélet). Így a retina három színérző elemét írja le:

- hosszú hullámhosszú: vörös (protosz)
- közepes hullámhosszú: zöld (deuterosz)
- rövid hullámhosszú: kék (tritosz).

Ha egyenlő mértékben jönnek ingerületbe, fehér érzete jön létre.



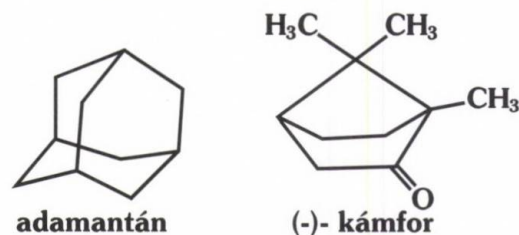
Normális trichoma (mindhárom elem jól működik) – normális színlátás: a színek keveréséhez mindhárom alapszínre szükség van. Ha a vizsgált személy kevesebbet is elégnék érez (két szín keverésével elő tudja állítani az összes színt), kevesebb színt tud megkülönböztetni, felcseréli, eltéveszti őket, **ez a szintévesztés**. Átlagosan a férfiak 8%-a szintévesztő, míg a nőknek csupán a 0,4%-nál vannak zavarok a színlátásban. (A szintévesztés X kromoszómához kötött öröklődik.) **Redukált színlátás** esetén a szem csak két színt tud megkülönböztetni: egy meleget (sárga) és egy hideget (kék). Szintévesztésnél általában két lehetőség áll fenn: vagy a vöröset észleli kevésbé jól, vagy a zöldet. Ebben az esetben a betegnél a vörös és a zöld szín csak világossági fokokban tér el egymástól. A színlátás zavaraira gyógy mód nem létezik.

Miért szagos?

A szagérzethez az orrüregbe jutó gőznek vagy gáznak a speciális szaglósejtekben előidézett kémiai hatása szükséges. A szaglóhám a felső orrkagyló hátsó felszínén található, receptorsejtek és támasztősejtek alkotják. A receptorsejtek felszíni végéről egy-egy nyúlvány emelkedik a támasztősejtek közt, melyek végéről 20–25 még vékonyabb nyúlvány ered. Ezek az orr mirigyei által termelt vékony, alvadtt filmrétegbe ágyazódnak be. A szagérzetet okozó molekulák – egyelőre nem teljesen ismert mechanizmus szerint – ezekhez kötődnek hozzá. A receptorsejteknek a másik irányba is van egy-egy nyúlványuk, amelyek a koponyacsont finom, porózus szerkezetén áthatolnak, s ott szinapszist képeznek más idegsejtekkel. E sejtek már közvetlen összeköttetésben állnak pl. az érzelmekért, illetve emlékezetért felelős agyrészekkel, amelyek újabb, a hormonrendszer szabályozó agyi területeket befolyásolnak. Ebből az következik, hogy sokszor szubjektív vélemény, egy szag mennyire kellemes, vagy kellemetlen. A lóistálló szaga kellemes azoknak, akikben ez vidéki gyermekkorukat idézi fel, másoknak viszont kellemetlen szúrós szag. A nők szaglása érzékenyebb, mint a férfiaké, akik éppen a legdrágább illatszerrek egyes komponenseit nem is érzik. Idős korban is gyengébb a szaglás. A szaglóképeség rendkívül nagy egyedi variációit azzal magyarázzák, hogy hurutos fertőzések és más gyermekbetegségek sok szaglósejtet elpusztítanak.

A szagérzet létrejöttének első feltétele, hogy a szagot okozó molekulák legalább egy bizonyos minimális koncentrációban jelen legyenek a levegőben, vagyis eléggé illékony legyen az anyag, ez

pedig a molekulák közötti kölcsönhatás erősségétől, a fizikai adatok közül a forrásponttól függ. A molekulák a levegőben diffúzióval származási helyüktől messzire is eljuthatnak. (A diffúzió sebességét adott hőmérsékleten a molekulák tömege határozza meg.) Előfordulhat, hogy egy nőstény lepke csalogató feromonját a hím akár több km-ről is megérzi. A vízi élőlények a vízben terjedő diffundáló molekulákat érzékelik receptoraiikkal. A molekulák tehát bejutnak az orrjáratba. Ahhoz, hogy a receptormolekulákkal kölcsönhatásba tudjanak lépni, következő feltétel, hogy az érzékszerveket borító váladékfilmben oldódjanak. A váladékfilm több komponensű: szerózus, savós de lipoidokban gazdag. Megfigyelték, hogy a hasonló konfigurációjú, de vegyileg egyébként eltérő, más-más funkciós csoporttal rendelkező molekulák hasonló szagérzetet keltenek. Így pl. a 10 C-atomos adamantán kámforszagú.



A legújabb kutatások és elgondolások szerint azonban nem a molekula alakja határozza meg a szagát, hanem a molekulára jellemző rezgésszám detektálódik. Feltételezik, hogy a nagyszámú szaglósejt sztereocliumai több csoportra oszlanak aszerint, hogy receptorfelszíneik milyen konfigurációjú molekulák oldalkapcsolására alkalmasak. Mindegyik csoport központi összeköttetései révén a rá jellemző szagalapérzést képes kelteni. Az ember által megkülönböztethető néhány ezer szagkombináció több tízféle alapérzés kombinációjából adódik. A szagérzet kellemes vagy kellemetlen voltát a koncentráció is erősen befolyásolja. Sőt egyes veszélyes anyagok, pl. az ammónia már mérgezési koncentrációjuk töredékénél is kibírhatatlanul bűdösek, ezzel figyelmeztetve bennünket a veszélyre. A szagoknak nemcsak a kémiában van nagy jelentőségük, hanem a vele rokon orvostudományban is. Sokszor megkönnyíthetik a gyors diagnózist: a kómába esett cukorbeteg lehete édeskés, míg az arzénmérgezetté fokhagymaszagú. Sőt, kulináris élvezeteinket is szaglásunk teszi teljessé, hiszen nyelvünk csupán négy alapíz képes megkülönböztetni, az árnyalatnyi különbséget orrunkkal érezzük. Ezért lesz íztelen bármilyen finom étel, ha náthásak vagyunk.

Curie Környezetvédelmi Emlékverseny

A Curie Kémia Emlékverseny mellett az 1996/97-es tanévben először megszerveztük a Curie Környezetvédelmi Emlékversenyt is. Örömmel vettük, hogy már az első évben igen nagy volt a érdeklődés. Több mint 80 csapat nevezett be Magyarországon, s hasonló létszámban vettek részt az erdélyi diákok is. A verseny felépítése hasonló a Curie Kémia Emlékversenyhez, lényeges különbség azonban az, hogy itt 3 fős csapatok versenyezhetek. A négy forduló levelezés után került sor a körzeti fordulóra, majd utána a döntő-

re. A körzeti fordulón már kísérleteztek is a tanulók s a végzett kísérletek alapján kellett bizonyos következtetéseket levonni. A döntő megrendezésére Kecskeméten a Kiskunsági Nemzeti Park Igazgatóságán került sor. A döntőbe jutó tanulóknak plakátot kellett magukkal hozni, valamint egy előadást kellett tartaniuk, melyre előzetesen felkészülhettek. Mindkettőnek a környezetvédelem volt a témája. A tanulók igen színvonalas munkákkal érkeztek, s rendkívül magas szintű előadásokat tartottak. A legjobb eredményeket az alábbi csapatok érték el:

Tanulók	Tanár	Város	Iskola	döntő
Horváth Orsolya	Tisza Katalin Horváth Istvánné	Miskolc	Vörösmarty Ált. isk.	133,33
Árvai Kinga	Tisza Katalin Horváth Istvánné	Miskolc	Vörösmarty Ált. isk.	133,33
Nagy Nóra	Tisza Katalin Horváth Istvánné	Miskolc	Vörösmarty Ált. isk.	133,33
Tornyai Katalin	Lapisné Winter Katalin	Kunszentmárton	Ált. Isk. és Diákotthon	127,33
Gyoltai Éva	Lapisné Winter Katalin	Kunszentmárton	Ált. Isk. és Diákotthon	127,33
Csollák Anna	Lapisné Winter Katalin	Kunszentmárton	Ált. Isk. és Diákotthon	127,33
Rácz Magdolna	Varjú Péterné	Kisújszállás	Kossuth L. Ált. Isk.	122,67
Monoki Gizella	Varjú Péterné	Kisújszállás	Kossuth L. Ált. Isk.	122,67
Kis Tímea	Varjú Péterné	Kisújszállás	Kossuth L. Ált. Isk.	122,67

Az 1997/98-as tanévben is megszervezzük a Curie Környezetvédelmi versenyt is. A körzetek a jelentkezéseknek megfelelően alakulnak. Nevezési díj Magyarországon 960 Ft csapatonként, mely a levelezés költségeit fedezi. A helyszíni fordulón a tanulók, s a kísérő tanáraik vendéglátását továbbra is a szponzorok támogatásából szeretnénk fedezni. A feladatsorokat megjelentetjük az interneten.

A jelentkezések az alábbi címen várjuk 1997. október 30-ig:

Magyarországon: Dr. Török Istvánné
5000 Szolnok, Dr. Durst J. út 1.
Újvárosi Általános Iskola és Szakképző Iskola

Bővebb információ is a fenti címen kapható, valamint (56) 420-243-as telefonon, vagy az alábbi internet címen: WWW.SZOLNET.HU
HTTP://WWW.SZOLNET.HU/CURIE
curie@mail.szolnet.hu

Az 1997/98-as tanévben jó versenyzést, s sok sikert kíván a Versenybizottság.

Széll Tamás

A kémiai elemek genezise mint a kémiaoktatás szabadon választott témája

A kémiaoktatás tananyagának ésszerű megválasztása korunkban a világon mindenütt komoly figyelmet igénylő, nehéz feladat, ami várhatóan az elkövetkezendő időszakokban sem változik meg. A nehézségért mennyiségi és minőségi összetevők egyaránt felelősek. Előbbi aspektus fő problémája egyszerűen az, hogy a kémia gyorsan fejlődő tudomány, amelynek ismeretanyaga körülbelül 10 évente megkétszereződik. Elvben ez azt jelenti, hogy az oktatandó tananyagba állandóan új ismereteket kellene bevezetnünk, ugyanakkor egyes anyagrészeket pedig ki kellene hagyni. A gyakorlatban a helyzet – szerencsére – mégsem ennyire súlyos, mert az újonnan felismert eredmények jelentős része – ha fontos is –, például adatszerű, vagy nem alapvető, egyes esetekben pedig nem is lehetséges. Az oktatás minőségének javításával kapcsolatos problémák abból adódnak, hogy nehéz annak az eldöntése, hogy bizonyos elfogadott célok elérése érdekében mit és hogyan oktassunk.

Az Egyesült Államok vonatkozásában erről már egy előző cikkemben [1] beszámoltam. Világméretben a kémiaoktatásnak három fő célját jelölik meg. Eszerint (1) a tanulók sajátítsák el középiskolájukban a felsőoktatáshoz megkívánt alapismereteket, (2) tegyék magukévá a kémia sajátos gondolkodásmódját, ismerjék fel a tudomány korlátait, valamint (3) legyenek képesek ésszerű mélységben megérteni, magyarázni a hétköznapi kémiai jellegű tapasztalataikat, mint pl. az alapvető életfolyamatokat, táplálkozást, termelést, mezőgazdaságot, tisztítószereket, kereskedelmi forgalomban kapható vegyszereket, élelmiszer címkék összetételre utaló adatait, kémiai tárgyú újsághíreket stb. Ezek kétségtelenül ambiciózus célkitűzések, ha figyelembe vesszük, hogy a természettudományok oktatására leg több nyugati ország tanterve az oktatási időből csak 20–25%-ot biztosít, s ez megoszlik földtudományokra, kémiára, fizikára és biológiára.

Az említett nehézségen két módosítás bevezetésével igyekeznek enyhíteni, s egyben ezekkel kívánják az oktatásukat rugalmasabbá tenni.

1. A tárgyat különböző szinten és eltérő terjedelemben ajánlják a diákságnak.

2. A tananyagot két részre bontják: a kötelező, mindenki által elsajátításra előírt „magra” (core), és a kötelezően, de szabadon választható hosszabb-rövidebb anyagrészekre. Az utóbbiakhoz a következő egységek tartozhatnak: szerves kémia vagy fizikai kémia magasabb szinten, humán biokémia, környezetkémia, kémiai iparok, energiatermelés, kémiai analitika, gyógyszerek, agrárkémia (műtrágyák és növényvédők szerek), elemek genezise, kémia története, valamint a helyi adottságoknak leginkább megfelelő tipikus kémiai ismeret, amelyet az adott iskola saját maga vezet be. Ezekből egy-egy téma választható.

Az **elemek genezise** téma ismereteim szerint a magyar középiskolákban kevésbé ismert. Az amerikai tanulók – tapasztalataink szerint – érdeklődést mutatnak e kérdés iránt, és e téma rövid bemutatása pl. 2(–3) órában hasznos is, mert a tanulóknak újra alkalmuk nyílik arra, hogy az anyagszerkezetbe más oldalról is betekintsenek. Magától értetődően, erről a kérdésről az atomszerkezet és a magátalakulások (transzmutációk) fogalmi megismerése után lehet csak eredményesen beszélni. Gyakori, hogy ezt a szabadon választható témát valamelyik tanuló dolgozza fel és adja elő, sőt olyan eset is előfordul, amelynek során ezt az anyagrészt a tanulók önállóan dolgozzák fel.

Alább rövid tájékoztatót nyújtok az elemek geneziséről. A kémiai elemek genezise, vagy másként kifejezve asztrogenezise azzal foglalkozik, hogy milyen átalakulások útján képződnek a világunkat felépítő „építőkövek”, a különféle kémiai elemek. Ez egyben felvilágosítást adhat arra is, hogy a különféle égitesteken milyen az egyes elemek elterjedtsége, utóbbi viszont azok

korára is fényt vet. Ma már meglehetősen egy-
séges magyarázatokat találtak arra nézve, hogy
az egyes elemek a világmindenségben milyen
körülmények között képződtek. Egy-egy égitest
évmilliárdos történetében a körülmények külön-
bözöek lehetnek, így a fiatalabb égitestek össze-
tételük jelentősen eltérhet az öregebbekétől.
A genezis legfőbb folyamatai az úgynevezett
magfúziók és maghasadások (dezintegrálódás),
kisebb mértékben részecskebefogás az interstel-
lárís térben a kozmikus sugarak hatására. Az
említett transzmutációk az égitest létezésének
különböző fázisaiban uralkodó fizikai körülmé-
nyektől függnék, és mindig más-más reakciók a
legkedvezményezettebbek. A folyamatokat világ-
gító égitestek esetén spektrumanalízissel követni
lehet, elsősorban a látható, az ultraibolya és in-
fravörös, valamint rádióhullámok tartományá-
ban. A folyamatok tekintélyes része földi kísérle-
tekkel reprodukálható, pl. részecske-gyorsítók-
ban, vagy kísérleti fúziós reaktorokban. A leg-
fontosabb képződési paraméter kétségkívül a
hőmérséklet.

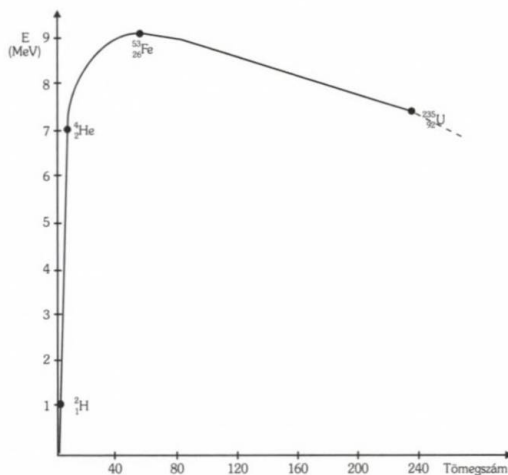
A tanulók előző ismereteik alapján elegendő
tudással rendelkeznek ahhoz, hogy a genezist
könnyen megértsék.

Az elemek kialakulásának folyamatai, mint
említettem, nagy vonalakban ismertek és általá-
nosan elfogadottak, noha természetesen számos
részlet vár még felderítésre és megerősítésre. Leg-
több vita a „kezdet” körül van. Az ismert „big-
bang” elmélet ma is népszerű és hasznos modell,
de mára már nem általánosan elfogadott.

A világmindenségben a hidrogént tekintik
a legősibb és legelterjedtebb elemünk-
nek, amely mint ismeretes protonból és
elektronból áll. A stelláris nukleoszintézis azzal
veszi kezdetét, hogy a hidrogén felszaporodá-
sával helyenként megnő annak sűrűsége, s ez-
zel ott a gravitáció megnövekszik. Amikor a
sűrűség megközelíti a 10^5 kg/m^3 értéket, a gra-
vitációs energia egyre inkább hővé alakul, és a
hőmérséklet eléri a $1\text{--}3 \cdot 10^7 \text{ K}$ értéket. Már
előbb is, de ekkorra számottevő mértékben
megindulnak a különféle magfúziók. Ezek ter-
mékei is reagálnak egymással és nagyobb
atomtömegű elemek atommagjai képződnek,
bár elsősorban hélium keletkezik. A sűrűség
további emelkedése a megnövekedett gravita-
ciós energia folytán magasabb hőmérsékletet
eredményez, ami újabb, más magfúzióknak
kedvez: előbb ismét hélium, majd berillium,
szén, oxigén képződik, majd a szénből magné-

zium, nátrium és neonizotópok. Még maga-
sabb hőmérsékleten az oxigén fúzióba lép ön-
magával, amikor kén, foszfor és szilícium kép-
ződik, de a szilícium további maggyesülésé-
vel egy sor elem képződik.

Ismeretes, hogy ha az atomokat felépítő
nukleonok tömegét összeadjuk, valamivel ma-
gasabb értéket kapunk, mint amennyi az atom
valóságos tömege. Ezt a tömegdefektust azzal
magyarázzák, hogy ez az a tömeg, ami az atom-
magot összetartó energiává alakult. Ha a tö-
meghiányt a rendszám, vagy tömegszám függ-
vényében ábrázoljuk a vasnál maximumot ka-
punk. Eszerint a vas atommagja képződésekor
szabadult fel legtöbb energia, az tehát a legsta-
bilisabb atommagú elemünk. Valóban a vas és
a vas körüli tömegszámú elemek magjai nagyon
stabilisak és képződésük az adott körülmények
között (akár hasadással nagyobb magokból,
akár fúzióval kisebb magokból) exoterm és ön-
ként lejátszódó folyamat. Ezt az összefüggést
szemlélteti a mellékelt ábra.



*Atommag átlagos kötési energiája/nukleon
a különböző tömegszámú atomoknál*

A vasnál masszívabb elemek képződése az
ábrából láthatóan endoterm fúziókkal történhet,
esetleg exoterm maghasadással. Az adott körülmé-
nyek között az endoterm folyamatok is ön-
ként lejátszódnak. Az elmondottak alapján nem
meglepő, hogy a vas elterjedt elem a plazma ál-
lapotú stelláris „gázokban” valamint legtöbb égi-
test folyékony közepében.

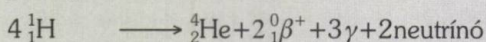
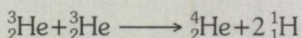
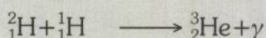
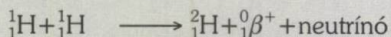
A magasabb hőmérsékleteken lejátszódó en-
doterm fúziók termékei a nehezebb elemek.

Párhuzamosan a fenti folyamatokkal alacsonyabb hőmérsékleten a kozmikus sugarak és az interstelláris, esetleg földi anyag kölcsönhatása révén újabb, könnyebb elemek képeződhetnek.

Mindezeket a folyamatokat az itt következő reakciók szemléltetik.

1. Hidrogén „égése”

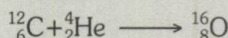
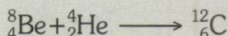
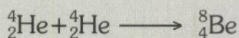
($T \approx 10^7$ K)



Az „égés” (burning) kifejezésnek nincs feltétlenül köze a kémiai oxidációhoz, noha lehet az is. Olyan fúziókról van szó, amelyek önreakcióval indulnak és a termékek tovább alakulnak.

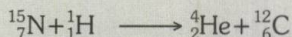
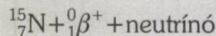
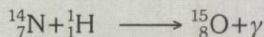
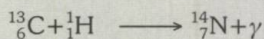
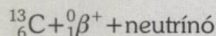
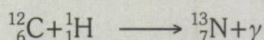
2. Hélium égése és befogása

($T \approx 10^8$ K)



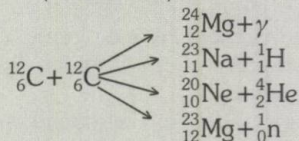
3. Szén–nitrogén-ciklus

($T \approx 5 \cdot 10^8$ -től $2 \cdot 10^9$ -ig)



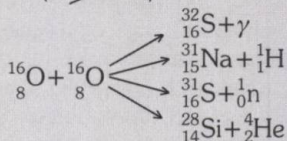
4. Szén égése

($T \approx 5 \cdot 10^8$ K)



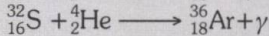
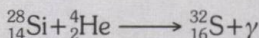
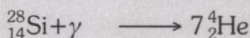
5. Oxigén égése

($T \approx 10^9$ K)



6. Szilícium és kén α - és γ -sugárzás hatására bekövetkező átalakulásai

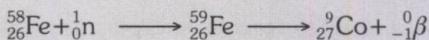
($T > 10^9$ K)



Hasonló a Ne, Na, Mg, S, P, Cr, Mn, Fe, Co, Ni képződése.

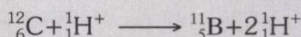
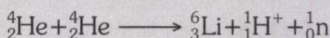
7. Egy példa a vasnál nehezebb elemek képződésére, neutronbefogással

($T > 10^9$ K)



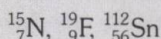
8. Kozmikus sugarakkal kiváltott magreakciók

($T \approx 10^2$ -?)



9. Protonbefogással képződő elemek

($T \approx 2$ – $3 \cdot 10^9$)



Napjainkban ilyen magreakciók a világminőség számtalan helyén mennek végbe, többek között Napunkban is. A reakcióknál feltüntetett hőmérsékletekből is látszik, hogy a hőmérséklet milyen fontos tényező. Azonban hűlő félben levő égitesteken is folynak genetikai átalakulások, akár Földünkön is, radioaktív bomlással, valamint kozmikus sugarak kölcsönhatásai útján.

Mint ismeretes, nem mindig az történik, hogy egy bizonyos hőmérsékleti maximum után az égitestek hűlni kezdenek. Az is ismert, midőn az egyre növekedő sűrűséggel egyre nagyobb gravitációt hoz létre és fordítva is igaz; amikor is elérhető olyan drámai mértékű gravitáció, amely már képes az atomokat ösz-

szeroppanítani. (Emlékezzünk, az atomok legnagyobb része üres tér!) Ilyenkor a részecskék részben reagálnak egymással, továbbá neutronok szabadulnak fel, és újabb magátalakulásokra is sor kerül. Ilyen folyamat játszódik le a szupernova robbanásakor, amely során neutron- továbbá protonbefogással a legtöbb kémiai elemünk képződik, mint pl. $^{12}_6\text{C}$, $^{16}_8\text{O}$, $^{28}_{14}\text{Si}$, $^{238}_{92}\text{U}$, $^{98}_{44}\text{Ru}$, $^{127}_{52}\text{Te}$, $^{127}_{53}\text{I}$, $^{19}_9\text{F}$, $^{21}_{10}\text{Ne}$, $^{115}_{50}\text{Sn}$ stb.

Az elemek elemi állapotban és ionok alakjában vannak jelen. Ezek alacsonyabb hőmérsékleteken reagálhatnak is egymással és két- vagy három atomos molekulák képződhetnek. Ez függ az elektronszerkezetüktől. Számos molekulát azonosítottak a világűrben és a kihűlőben levő aszteroidokban, vagy üstökösökben; pl. jelentős része az üstökös csóvjának H_2O és CO_2 . További lehűlés olyan kémiai reakcióknak kedvez, amely elvezet a kémia területére, amely már nem tartozik jelen témánkhoz.

A metastabil magvú radioaktív elemek állandó bomlása folyton megváltoztatja az elemek eloszlását, valamint az egyes égítetek kialakulásának körülményei is eltérőek. Ezért nem meg-

lepő, hogy szinte minden égítést összetétele más és más, noha az építőelemek azonosak. Ismerünk pl. olyan aszteroidokat, amelyekben lényegesen magasabb az irídiumtartalom, mint Földünkben. Így ismerték fel nemrég azt a gigászi méretű meteoritot, amely a feltételezések szerint sok millió évvel ezelőtt a Mexikói-öbölbe csapódott. Feltételezik róla, hogy Földünk klímáját, és ezzel vegetációját hirtelen oly mértékben változtatta meg, hogy egyes élőlények, pl. egyebek mellett a dinoszauruszok kipusztultak. Íme szép példa arra, hogy az elemekre vonatkozó genetikai ismeretek milyen hasznosak lehetnek még más tudományok vonatkozásában is.

Irodalom:

- [1] SZÉLL T.: A közép- és felsőfokú kémiaoktatás az USA-ban. *Magyar Kémikusok lapja*. 59. évf., 9. sz., 1994. 365–369 old.
- [2] J. E. FERGUSSON: Origins-1 and -2. Educ., 15. évf., 1978. 182 old.
- [3] R. B. HESLOP AND JONES: *Inorganic Chemistry*. Elsevier Scientific Publisher C., New York, 1976.

Dr. Rózsahegyi Márta–Dr. Wajand Judit

Az 1996/97. tanévi kémia OKTV III. (gyakorlati) fordulója (I. kategória)

Az OKTV gyakorlati fordulóján az 1996/97. tanévben az általános tantervű osztályok versenyzőinek a következő feladatokat kellett megoldaniuk.

I. feladat

Oldatelegy ecetsav- és oxálsavtartalmának meghatározása

A mérés leírása

Az ismeretlen oldatelegy ecetsavat és oxálsavat tartalmaz. Készítsen a lombikban levő ismeretlen koncentrációjú oldatelegyből 100 cm³ törzsoldatot!

1. A törzsoldat 10 cm³-ét mérje be titrálólombikba, egészítse ki az oldattérfogatot 30 cm³

desztillált vízzel és titrálja meg pontosan 0,1 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid oldattal 2–3 csepp fenoltalein indikátor mellett a végpont eléréséig!

2. A törzsoldat másik 10 cm³-ét mérje titrálólombikba, adjon hozzá 20 cm³ desztillált vizet és 10 cm³ 1 mol/dm³ koncentrációjú kén-savoldatot! Melegítse fel a titrálólombik tartalmát 60–70 °C-ig (enyhe gőzölés), és titrálja meg pontosan 0,02 mol/dm³ koncentrációjú kálium-permanganát-mérőoldattal!

A mért adatokból határozza meg, hogy hány g ecetsavat és oxálsavat tartalmaz az ismeretlen oldatelegy!

C=12,0 g/mol

O=16,0 g/mol

H=1,0 g/mol

Jegyzőkönyv

- 1) Fogyott mérőoldat
(0,1 mol/dm³ NaOH) cm³

Átlag:

Reakcióegyenlet:

- 2) Fogyott mérőoldat
(0,02 mol/dm³ KMnO₄) cm³

Átlag

Reakcióegyenlet:

Az ecetsav és oxálsav tömegének kiszámítása:

A feladat elvégzésére **90 perc** állt rendelkezésre.

II. feladat

- 1/a** Kiforralt desztillált vízben réz(II)-szulfátot oldottunk, majd ammóniaoldatot öntöttünk a csiszolt dugós lombik tartalmához és rézforgácsot szórtunk az oldatba. Az így kapott rendszert állni hagytuk hosszabb ideig.
Bemutatjuk az edényt, majd eltávolítjuk a dugót. Figyelje meg a változást!

Értelmezze a végbement változásokat!

- 1/b** Két kémcsőben egy szerves sav két különböző szilárd sója és fenolftalein keveréke van. Készítsen egy főzőpohárban kb. 60 °C-os vízfürdőt (forrónak érzi tapintáskor a pohár falát), helyezze a két kémcsövet a vízfürdőbe 1–2 percre! Folyó víz alatt hűtse le a kémcsöveket, figyelje meg a változásokat!
A két só milyen tulajdonságaira következett a látottak alapján?

- 1/c** A kristályosító csészében víz alatt egy pénzérme van. Rendelkezésére áll egy lombik és a Bunsen-égő. A vizet nem öntheti ki, nem forralhatja el, az edényt nem döntheti meg.
Hogyan tudja elérni, hogy a pénz szárazra kerüljön?
Végezze el a kísérletet és írja (rajzolja) le hogyan oldotta meg a feladatot!
Mi a jelenség magyarázata?

- 2.** Hat számozott kémcsőben a következő anyagok vannak: benzol, hangyasav, glicerín, fenololdat, nátrium-hidroxid-oldat, nátrium-jodid-oldat. Brómos víz segítségével határozza meg az 1–6. kémcsövek tartalmát!

Az azonosításhoz szükséges megfigyeléseket, reakcióegyenleteket is írja le!

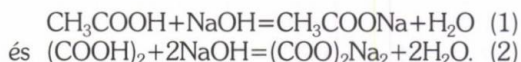
A feladat elvégzésére **80 perc** állt rendelkezésre.

Az I. feladat megoldásának menete

A 100 cm³-es mérőlombikban ismeretlen térfogatú és koncentrációjú ecetsav-oxálsav-elegyet kaptak a versenyzők. Ebből készítettek desztillált vízzel 100 cm³ végtérfogatra hígítva törzsoldatot. A törzsoldat 10–10 cm³-ét titrálták meg először, fenolftalein indikátor mellett, 0,1 mol/dm³ koncentrációjú nátrium-hidroxid-mérőoldattal a halványrózsaszín szín megjelenéséig.

- 1) A savelegyre fogyott mérőoldat
(0,1 mol/dm³ NaOH): A cm³.

A reakcióegyenletek:



10 cm³ mérőoldat 0,1100 = 0,001 = 10⁻³ mol H⁺-nal egyenértékű.

A cm³ mérőoldat 10⁻⁴·A mol H⁺-ionnal egyenértékű.

- 2) A savelegy másik 10–10 cm³-es részleteit 0,02 mol/dm³ koncentrációjú kálium-permanganát-mérőoldattal titrálták a mérőoldat halvány rózsaszín színének tartós megjelenéséig.

A fogyott mérőoldat (0,02 mol/dm³ KMnO₄): B cm³.

Reakcióegyenlet:



- (3) szerint 10 cm³ mérőoldat 5·10⁻⁴ mol oxálsavval egyenértékű.
B cm³ mérőoldat 5·10⁻⁵·B mol oxálsavval egyenértékű.

Tehát a 10 cm^3 törzsoldatban $5 \cdot 10^{-5} \cdot B$ mol oxálsav van, ami $2 \cdot 5 \cdot 10^{-5} \cdot B = 10^{-4} \cdot B$ mol H^+ -iont tartalmaz.

A sav-bázis titrálással a kétféle savból származó H^+ -ion mennyiségét együtt határozzuk meg.

Így a sav-bázis titrálással mért $10^{-4} \cdot A$ mol H^+ -ionból $10^{-4} \cdot B$ mol tartozik az oxálsavhoz és $(10^{-4} \cdot A - 10^{-4} \cdot B)$ mol H^+ -iont és ugyanennyi mol ecetsavat jelent.

Ennek tízszerese, $10^{-3} (A - B)$ mol volt a törzsoldatban.

Az ecetsav tömege tehát az ismeretlenben:

$$10^{-3}(A-B) \cdot M_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \\ = 10^{-3} \cdot 60(A-B) = 6 \cdot 10^{-2}(A-B) \text{ g.}$$

Az oxálsav tömege az ismeretlenben:

$$10\text{ cm}^3 \text{ törzsoldatban } 5 \cdot 10^{-5} \cdot B \text{ mol oxálsav,} \\ 100\text{ cm}^3 \text{ törzsoldatban, tehát az ismeretlenben } 5 \cdot 10^{-4} \cdot B \text{ mol oxálsav van, ami} \\ 5 \cdot 10^{-4} \cdot B \cdot M_{(\text{COOH})_2} = 5 \cdot 10^{-4} \cdot B \cdot 90 = \\ = 45 \cdot 10^{-3} \cdot B = 4,5 \cdot 10^{-2} \cdot B \text{ g-nak felel meg.}$$

A mintában tehát $6 \cdot 10^{-2} (A - B)$ gramm ecetsav és $4,5 \cdot 10^{-2} \cdot B$ gramm oxálsav volt.

Az I. feladat értékelése

A feladat hibátlan megoldásával 26 pontot lehetett elérni. A sav-bázis egyenletek felírása **1–1** ((1)(2)), a redoxiegyenlet (3) felírása **3 pontot** ért. A titrálási pontosságot maximum 5, két titrálás esetén 2,5, tehát maximum **10 ponttal** jutalmaztuk. (1%-os hiba alatt 5 pontot, 1–2%-ig 4 pontot, 2–3%-ig 3 pontot, 3–4%-ig 2 pontot 4–5%-ig 1 pontot, 5% feletti hiba esetén 0 pontot kapott a versenyző.) A munka menetének világos leírása, és az ecetsav-, illetve az oxálsavtartalom grammokban kifejezett pontos értékének meghatározása 6, illetve 5, tehát összesen **11 pontot** ért.

Az elért eredmény

Az I. feladatra kapott pontszámok 5–26 pont között változtak, de 20 pont alatti teljesítményt a 28 versenyzőből csupán heten értek el. Egy versenyző (Kovács Gábor, Debrecen,

KLTE Gyakorlógimnázium) maximális pontot kapott. Hárman (Surányi Éva, Debrecen, KLTE Gyakorlógimnázium, Tóth Ádám Bp., Fazekas Mihály Főv. Gyak. Gimnázium, Magyar Eszter Bp., Móricz Zsigmond Gimnázium) érték el 25 pontos eredményt. Hatan 24, öten 23, hárman 22, ketten 21, és egy versenyző 20 pontot kapott. Ketten 19 pontra titráltak, 16 pontot egy, 15 pontot kettő, 14 pontot egy és 5 pontot is csupán egy versenyző szerzett, aki a folyamatok egyenleteit nem tudta felírni, és a titrálások kémiai lényegét sem ismerte. A pontveszteségek nagy része mérési pontatlanságból adódott, illetve 1–2 versenyzőnek a redoxiegyenlet felírása okozott gondot, illetve a redoxititráláskor végbemenő kémiai reakciót nem ismerte, más folyamatot feltételezett. A legtöbb versenyző számára az I. feladat elvégzése és az eredmények kiszámítása nem okozott problémát.

A II. feladat megoldásának menete

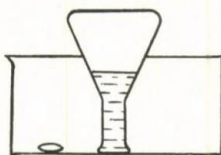
1/a A lezárt lombikban szintelen oldatot láttak a versenyzők, amely kinyitás után néhány perc alatt megkéklült. A jelenség magyarázata a következő: a kiindulási ammóniás réz(II)-szulfát-oldatban a réz(II)-ionok $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ komplexként voltak jelen, ezért az oldat mélykék színű volt. Hosszabb idő alatt a réz(II)-ionok és a fémréz között **redoxireakció, színproporció** játszódik le: $\text{Cu}^{2+} + \text{Cu} = 2\text{Cu}^+$. A képződő réz(I)-ionok az ammóniával szintelen komplexiont képeznek, melynek összetétele $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$. Az oldat elszíntelenedése tehát azzal magyarázható, hogy egy idő után az oldott réz teljes mennyisége réz(I)-ionként van jelen. A dugó eltávolítása után a levegő oxigénjének hatására a réz(I)-ionok oxidálódnak réz(II)-ionokká, ezért változik az oldat színe kékre.

1/b A meleg vízfürdő hatására az egyik kémcsőben a só szilárd állapotában változás következett be, és megjelent a fenoltalein lila színe. A másik kémcsőben semmiféle változás sem történt. Hűtés hatására az első kémcsőben visszaállt a kiindulási állapot.

Az észlelt jelenségből az alábbiakra lehet következtetni:

- az 1. só **kristályvizet** tartalmaz, azt hevítés hatására leadja, az így felszabaduló vízben a só egy része feloldódik,
- a só oldott állapotban **lúgosan hidrolizál**, tehát a szerves savnak erős bázissal képezett sójáról van szó,
- a másik só vagy nem tartalmaz kristályvizet, vagy azt csak magas hőmérsékleten adja le, vagy gyenge bázisból képződött a só. (Az első kémcsőben $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ és fenoltalein, a másodikban $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ és fenoltalein keveréke volt.)

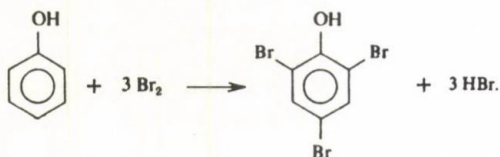
1/c A játékos feladat megoldásához szükséges ismereteket mind fizikából, mind kémiából tanulták a versenyzők.



A megmelegített lombikot szájával lefelé a pénzérme mellé kell borítani. A lombikban lévő meleg levegő lehűl, nyomása csökken, ezért a légnyomás felnyomja a tálban lévő vizet a lombikba. A levegő hűlését meggyorsíthatjuk a lombik aljára helyezett hideg vizes ruhával.

2. Az 1–6. kémcsövek tartalmát brómos vízzel reagáltatva a következőket tapasztaljuk:

- **benzol:** nem elegyedik a brómos vízzel, mert apoláris molekulákból áll, a brómos víz felett helyezkedik el, mert kisebb a sűrűsége, a brómot a víznél jobban oldja, ezért a vízben oldott bróm jelentős része átrázható a benzolos fázisba,
- **hangyasav:** a brómos vizet néhány perc alatt elszínteleníti, pezsgést is észlelünk: $\text{HCOOH} + \text{Br}_2 = 2\text{HBr} + \text{CO}_2 \uparrow$
- **glicerín:** a brómos vízzel elegyedik, változást nem észlelünk,
- **fenololdat:** sárgásfehér csapadék képződik, ez a tribróm-fenol:



- **nátrium-hidroxid-oldat:** hatására a brómos víz elszíntelenedik, mert $\text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{HBr} +$

+HBr reakció egyensúlyát a hidrogénionok megkötésével a felső nyíl irányába tolja el,

- **nátrium-jodid-oldat:** redoxireakció játszódik le, jód válik ki: $\text{Br}_2 + 2\text{I}^- = \text{I}_2 + 2\text{Br}^-$. Ha a már megtalált benzolból egy keveset öntünk a kémcsőbe, a jód lila színnel oldódik a felső fázisban.

A II. feladat értékelése

Az 1/a, b és c feladatok hibátlan megoldásával 3-4, azaz összesen **12 pontot** lehetett elérni. A 2. feladatban hatféle anyagot kellett azonosítani és magyarázni az észlelt változásokat, a jutalom 6-2, vagyis maximálisan 12 pont volt.

Az elért eredmény

A II. feladat nehezebbnek bizonyult az I.-nél, a maximális 24 pontot nem érte el senki, egy versenyző szerzett 23, három 22, egy 21 és öt 20 pontot. A leggyengébb teljesítmény 10 pont, az **átlageredmény** pedig **16,6 pont** volt.

A legtöbb probléma az 1/a, b, c feladat megoldásakor, vagyis **a kísérletek értelmezésekor jelentkezett.** A fémréz és a réz(II)-ionok reakcióját a 28 versenyző közül mindössze öt tudta helyesen értelmezni. (A színproporció megnevezése és a $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_2]^+$ képlet felírása nélkül is meg lehetett kapni a maximális pontszámot.)

Sokkal eredményesebben dolgoztak a versenyzők a 2. feladat megoldásán. A maximális 12 pontot tizenhárom versenyző szerezte meg, hatan kisebb hiányosságok miatt 11 pontot kaptak.

A gyakorlati fordulóban a legjobb eredményt **Kovács Gábor** a debreceni Kossuth gyakorlóiskola tanulója érte el 48 ponttal, 47 pontot szerzett **Surányi Éva**, aki szintén a debreceni Kossuth gyakorlóiskola IV. osztályos diákja, 46 ponttal a harmadik lett a gyakorlati fordulóban **Kóhalmi Dóra** a zalaegerszegi Zrínyi Miklós Gimnázium III. osztályos tanulója és **Pusztai Zoltán** a veszprémi Lovassy László Gimnázium ugyancsak III. osztályos tanulója.

Minden versenyző példás fegyelemmel dolgozott, gratulálunk nekik és felkészítő tanáraiknak is.

Dr. Adamkovich István

XXIII. Országos Tudományos Diákköri Konferencia Kémiai és Vegyipari Szekció

1997. április 1–4. között Pécsen került sor a XXIII. Országos Diákköri Konferencia Kémiai és Vegyipari Szekció rendezvényeinek lebonyolítására.

A házigazda intézmény a Janus Pannonius Tudományegyetem, valamint dr. Marek Nándor tanszékvezető és munkatársai méltó körülményeket teremtettek e rangos eseménynek.

A szakma örömmel konstatálta, hogy nem csökkent a hallgatók érdeklődése a tudományos munka iránt, és eddig még az oktatók lendülete sem hagyott alább, hiszen sokan vállalták a témavezetés nem kis fáradsággal járó munkáját. Bár az érdem alapvetően a konferencián részt vevő hallgatóké, itt most e lap hasábjain a felkészítő, témavezető oktatók áldozatkész munkáját is dicsérjük, miközben nem feledkezünk meg arról, hogy a hallgatók személyében a holnap, a harmadik évezred nagy reményű vegyész tudósait köszönthetjük.

A rendezvényről árnyaltabb képet kaphatunk, ha tanulmányozzuk azt a 229 oldalas elegánsan szerkesztett konferenciai kiadványt, amely tartalmazza a programot és az elhangzott előadások kivonatát. A rendkívül izgalmas, sokszínű előadások tartalmi rekonstrukciójára itt most nincs mód.

A következő adatszerű felsorolások sem tükrözik azt a hangulatot és bájt, ami a fiatalság és tudás ötvözetéből sugárzott.

A konferencia fővédnökei

Prof. Dr. Pungor Ernő
akadémikus, főigazgató
Bay Zoltán Alaputatási Alapítvány

Prof. Dr. Kőrös Endre
akadémikus
az EU akadémia tagja

Dr. Révész Mária
alpolgármester

Pécs Megyei Jogú Város Önkormányzata

A konferencia védnökei

Prof. Dr. Barakonyi Károly
rektor
Janus Pannonius Tudományegyetem

Prof. Dr. Tóth József
dékán
Janus Pannonius Tudományegyetem
Természettudományi Kar

Alszekció zsűrik és tagjai

I. Analitikai kémia

elnök: Záray Gyula
Eötvös Loránd Tudományegyetem
tagok: Novák Csaba
Budapesti Műszaki Egyetem
Labádi Imre
József Attila Tudományegyetem

II. Szerves kémia

elnök: Molnár Árpád
József Attila Tudományegyetem
tagok: Jászberényi Csaba
Budapesti Műszaki Egyetem
Rábai József
Eötvös Loránd Tudományegyetem

III. Elméleti és fizikai kémia

elnök: Nagypál István
József Attila Tudományegyetem
tagok: Turányi Tamás
Eötvös Loránd Tudományegyetem
Hargitainé dr. Tóth Ágnes
Bessenyei György Tanárképző Főiskola

IV. Reakciókinetika és katalízis

elnök: **Parlagh Gyula**
Budapesti Műszaki Egyetem

tagok: **Bányai István**
Kossuth Lajos Tudományegyetem
Halász János
József Attila Tudományegyetem

V. Koordinációs kémia

elnök: **Horváth Attila**
Veszprémi Egyetem

tagok: **Andor József**
József Attila Tudományegyetem
Király Róbert
Kossuth Lajos Tudományegyetem

VI. Biokémia, biotechnológia, agrokémia

elnök: **Bencze Lajos**
Veszprémi Egyetem

tagok: **Kiss László**
Kossuth Lajos Tudományegyetem
Perjési Pál
Pécsi Orvostudományi Egyetem

VII. Kémiai technológia

elnök: **Tungler Antal**
Budapesti Műszaki Egyetem

tagok: **Szabó István** Veszprémi Egyetem
Past Tibor
Pécsi Orvostudományi Egyetem

VIII. Kémiai számítástechnika

(pályamunka nem érkezett)

**IX. Környezeti kémia és
környezettechnológia**

elnök: **Kosáry Judit**
Kertészeti és Élelmiszeripari Egyetem

tagok: **Hannus István**
József Attila Tudományegyetem
Máthé Árpád
Eötvös Loránd Tudományegyetem

X. Kémiai szakmódszertan

elnök: **Adamkovich István**
József Attila Tudományegyetem

tagok: **Kónya Józsefné**
Kossuth Lajos Tudományegyetem
Murányi Zoltán
Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola

XI. Szervetlen kémia

elnök: **Kollár László**
Janus Pannonius Tudományegyetem

tagok: **Pasinszki Tibor**
Budapesti Műszaki Egyetem
Farkas Etelka
Kossuth Lajos Tudományegyetem

**XXIII. OTDK Kémiai és Vegyipari
Szekciójában díjazottak**

Beküldött dolgozatok száma:	138
Előadott dolgozatok száma:	134
I. helyezést elért dolgozatok száma:	22
II. helyezést elért dolgozatok száma:	6
III. helyezést elért dolgozatok száma:	20
Díjazott I–III. dolgozatok száma összesen:	48
Díjazott, de nem I–III. dolg. sz. összesen:	2

**Alapítvány a Magyar Felsőoktatásért és
Kutatásért különdíja:**

Hegedűs Csaba VE Koordinációs kémia
alszekció

Témavezető: **Dr. Bakos József**

**Környezetvédelmi és Területfejlesztési
Minisztérium különdíja:**

Sógor Csilla KLTE Analitikai kémia
alszekció

Témavezető: **Dr. Posta József**

Tamási Anikó JATE Környezeti kémia és
környezettechnológia
alszekció

Témavezető: **Dr. Halász János és
Dr. Kiricsi Imre**

**Kiemelt első díjat nyert a környezetvéde-
lemmel kapcsolatos kutatásaiért:**

Sógor Csilla KLTE Analitikai kémia
alszekció

Témavezető: **Dr. Posta József**

Tamási Anikó JATE Környezeti kémia és
környezettechnológia
alszekció

Témavezető: **Dr. Halász János,
Dr. Kiricsi Imre**

A díjat átadta: **Dr. Szili Katalin** államtitkár, Kör-
nyezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium.

Kiemelt első díjat nyert:

Enyedy Éva Anna KLTE Koordinációs kémia
alszekció

Témavezető: **Dr. Farkas Etelka**

A díjat átadta: **Dr. Tigyi József** professzor, az MTA Pécsi Területi Bizottságának elnöke.

Kiemelt első díjat nyert:

Gulyás Henrik VE Reakciókinetika és katalízis alszekció

Témavezető: **Dr. Bakos József**

A díjat átadta **Dr. Révész Mária** alpolgármester Pécs Megyei jogú Város Önkormányzata.

Kiemelt első díjat nyert:

Torma Viktória ELTE Elméleti és fizikai kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Láng Győző**

A díjat átadta **Dr. Harsányi László** főtitkár Magyar Kémikusok Egyesülete.

Kiemelt első díjat nyert a szerves kémia területén végzett kutatásaiért:

Kele Péter ELTE Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Sebestyén Ferenc**

Rákó János KLTE Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Kerékyártó János**

A díjat átadta **Dr. Matus Ilona** MERCK KFT.

Kiemelt első díjat nyert a biokémia területén végzett vizsgálataiért:

Mihala Nikolett ELTE Biokémia, biotechnológia, agrokémia alszekció

Témavezető: **Dr. Hudecz Ferenc,**
Dr. Mező Gábor

A díjat átadta **Dr. Matus Ilona** MERCK Kft.

Kiemelt első díjat nyert a környezeti kémia területén végzett vizsgálataiért:

Nényei Árpád VE Környezeti kémia és környezettechnológia alszekció

Témavezető: **Dr. Kanyár Béla**

A díjat átadta **Dr. Matus Ilona** MERCK Kft.

A Janus Pannonius Tudományegyetem által támogatott kiemelt első díjat nyert reakciókinetika és katalízis területén végzett kutatásaiért:

Kiss Attila JATE Reakciókinetika és katalízis alszekció

Témavezető: **Dr. Kiss János,**
Dr. Solymosi Frigyes

A díjat átadta **Dr. Tóth József** JPTE TTK dékán.

Az Alapítvány a Magyar Felsőoktatásért és Kutatásért kuratóriuma által rendelke-

zésre bocsátott kiemelt első díjat nyerte:

Hegedűs Csaba VE Koordinációs kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Bakos József**

A díjat átadta **Jánosi Melinda** OTDT titkár.

A Kémiai és Vegyipari Szekció Különdíját nyerte:

Kilyén Melinda BBTE Koordinációs kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Labádi Imre,**
Dr. Forizs Edit

Slobodan B. Gadzuric

Újvidéki Egyetem
Koordinációs kémia alszekció

Témavezető: **István J. Zsigrai**

A díjakat átadta **Dr. Zeller Gyula** JPTE rektor-helyettes.

I. díjat nyert:

Ágoston Csaba Gábor

KLTE Koordinációs kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Várnagy Katalin,**
Dr. Sóvágó Imre

Jordán Sándor JATE Reakciókinetika és katalízis alszekció

Témavezető: **Dr. Berkesi Ottó,**
Peintler Gábor

Kállay Mihály ELTE Elméleti és fizikai kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Surján Péter**
Lagzi István JATE Elméleti és fizikai kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Tóth Ágota,**
Dr. Horváth Dezső

Le Thanh Giang BME Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Fetter József**
Major Andrea JATE Reakciókinetika és katalízis alszekció

Témavezető: **Dr. Horváth Dezső,**
Dr. Tóth Ágota

Nagy Péter ELTE Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Kapovits István,**
Dr. Kálmán Alajos

Novák Tibor BME Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Keglevich György**
Péter Mária JATE Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Péter Antal**
Siska Andrea JATE Reakciókinetika és katalízis alszekció

Témavezető: **Dr. Horváth Dezső,**
Dr. Tóth Ágota

Szakács Zoltán ELTE Koordinációs kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Noszál Béla,**
Nyiri Judit
Sztáray Bálint ELTE Szervetlen kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Szepes László,**
Dr. Szalay Péter

II. díjat nyert:

Abonyi János VE Kémiai technológia
alszekció
Témavezető: **Dr. Szeifert Ferenc,**
Dr. Nagy Lajos
Kassai Csaba BME Kémiai technológia
alszekció
Témavezető: **Dr. Kozma Dávid,**
Dr. Sztatisz Janisz
Kriván Emese JATE Elméleti és fizikai
kémia alszekció
Témavezető: **Dr. Visy Csaba**
Petrohán Krisztina KLTE Szervetlen kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Kiss Tamás,**
Dr. Buglyó Péter
Szlávik Zoltán ELTE Szerves kémia alszekció
Témavezető: **Dr. Rábai József**
Török Ibolya JATE Koordinációs kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Gajda Tamás**

III. díjat nyert:

Budavári Viktória JATE Elméleti és fizikai
kémia alszekció
Témavezető: **Dr. Novák Mihály**
Csalári Judit KÉE Biokémia, biotech-
nológia, agrokémia
Témavezető: **Dr. Kosáry Judit**
Csiszár Marika JATE Elméleti és fizikai ké-
mia alszekció
Témavezető: **Dr. Szűcs Árpád**
Drucker Tamás BME Elméleti és fizikai ké-
mia alszekció
Témavezető: **Dr. Bóta Attila**
Dunai Beáta JATE Elméleti és fizikai ké-
mia alszekció
Témavezető: **Dr. Szekeres Márta**
Fogassy Katalin BME Szerves kémia alszekció
Témavezető: **Dr. Faigl Ferenc**
Hajnal Andrea JATE Szerves kémia alszekció

Témavezető: **Dr. Schneider Gyula**
Hegedűs Gyöngyvér BME Biokémia, biotech-
nológia, agrokémia
Témavezető: **Dr. Székács András,**
Dr. László Elemér
Horváth Anita JATE Kémiai technológia
alszekció
Témavezető: **Dr. Halász János**
Jeges György VE Szerves kémia alszekció
Témavezető: **Skodáné dr. Földes Rita**
Juhász Gergely ELTE Elméleti és fizikai ké-
mia alszekció
Témavezető: **Dr. Homonnay Zoltán**
Nagy Barnabás VE Szervetlen kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Szabó István**
Pápai Zsuzsa ELTE Analitikai kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Szókán Gyula,**
Dr. Majer Zsuzsa
Szabados Ágnes ELTE Elméleti és fizikai ké-
mia alszekció
Témavezető: **Dr. Surján Péter**
Szabó Edit ELTE Kémiai technológia
alszekció
Témavezető: **Fodorné Dr. Csorba Ka-
talin, Dr. Varga Imre**
Szarvas Szilvia ELTE Szerves kémia
alszekció
Témavezető: **Dr. Szókán Gyula,**
Dr. Majer Zsuzsa
Takács Zoltán ELTE Környezeti kémia és
környezettchnológia
Témavezető: **Dr. Torkos Kornél**
Tobisch Zsuzsanna ELTE Biokémia, biotech-
nológia, agrokémia
Témavezető: **Bősze Szilvia,**
Dr. Hudecz Ferenc
Tomori Tünde EKF Analitikai kémia
alszekció
Témavezető: **Vas György,**
Dr. Lékó László
Varga Mónika JATE Reakciókinetika és
katalízis alszekció
Témavezető: **Dr. Molnár Árpád**
Dicséretben részesült a
Doleschall Fruzsina BME Környezeti
Járosi László kémia és környe-
Kiss Katalin zettechnológia
szerzőhármass, akik ezért a munkájukért a

PAKSI Erőmű Vállalat oklevelét és könyvjutalmát is elnyerték.

Dicséretben részesültek:

Balázs Barbara
Baranyi László
Bóka Beáta
Csesztregi Tamás
Csikász Nagy Attila
Czakó Barbara
Erdődi Gábor
Filipcsei Genovéva
Győrffy Béla
Hajgató Balázs
Horváth György
Katona Zoltán
Köntös Zoltán
Kupihár Zoltán
Lente Gábor

Márki Edit
Méh Dóra
Nagygyőri Szilveszter
Pászt Éva
Román Renáta
Rosta Edina
Rozmanitz Péter
Sárossy Gábor
Somló Edina
Szabó Klára
Szabó Miklós
Szatura Ágnes
Szekeres Zsolt
Szentay Gergely
Tapolcsányi Pál
Tóth Antal Attila
Vágási Mónika
Várkonyi Zoltán
Visegrádi András

Dr. Adamkovich István

John J. Kabay; avagy Kabay János magyar feltaláló élete

Talán nem szokás az olvasót egy könyvismertetés kapcsán olyan személyes vonatkozásokkal untatni, mint például azzal, hogy a szóban forgó életrajzi regény mi módon került e sorok írójának birtokába. Most ezt mégis megteszem abban a reményben, hogy majd megérti szándékomat a tisztelt olvasó.

Tavasszal a III. éves kémia tanár szakos hallgatókkal üzemlátogatásra mentünk. Egyik úti célunk a várpalotai Magyar Vegyészeti Múzeum megtekintése volt. Bár még hónapok választottak el a múzeum szezonális megnyitásától, Próder István múzeumigazgató mégis szívesen rászánta délelőttjét a tárlatvezetésünkre. A hallgatók őszinte szakmai érdeklődéssel és „tanári” lelkesedéssel merültek el az állandó és időszakos kiállítások műszaki tárgyainak és tárlóinak tanulmányozásában. Búcsúzáskor mi oktatók egy-egy példányt kaptunk John J. Kabay, azaz Kabay János ma-

gyar feltaláló élete című 200 oldalas szép tipográfiájú könyvéből, mely az Alkaloida Vegyészeti Gyár Rt. (Tiszavasvár) gondozásában 1992-ben először jelent meg magyarul (angol eredetiből fordította és szerkesztette J. J. Kabay és Fodor Lászlóné). Mint afféle kíváncsi ember, még az üzemlátogatások tétlen, esti óráiban beletemetkeztem ebbe a sodró lendületű kíváncsiságomat felcsigázó életrajzi munkába. Így délelőttönként a megroggyant, de még mindig jelentős magyar vegyipar gyáraiban „1000 tonna/éves” termelési mutatók hallatán kapkodtuk fejünket, addig esténként az ajándék könyv lapjain meglevenedett egy törékeny alkatú, de töretlen munkakedvű, hányatott életű magyar gyáralapító génusz alakja, aki dacolt az 1929–30-as években egész Európán végigsöprő gazdasági válsággal, aki kis „kócerájában” sikerrel felvette a gazdasági harcot a világ legnagyobb vegyszergyártó konszernjeivel.

Értékválságban vergődő társadalmunkban hiányoznak a példaképek, pedig nevelni igazi, pozitív minták nélkül nem lehetséges.

Kabay János tragikus emberi sorsa, és ugyanakkor sikereiben gazdag munkássága tanulságos példa lehet a magyar tanulóifjúság előtt. Kár, hogy a tudományos szempontból felkészültebb olvasó Kabay szakmai erőfeszítéseiről csak nagyon felszínes információkat kap, de valószínűleg a szerző a teljesen laikus olvasót nem akarta elriasztani például a morfin extrakciójának tudományos leírásával.

Erénye a regénynek, hogy a 30-as évek Magyarországáról felrajzolt kép árnyalt, nem idealizált. A tőke és a vállalkozások kegyetlen érdekviszonyai nem kímélték a családi élet harmóniáját sem. Ez történt a Kabay családdal is, s ennek az izgalmas történetnek lehetünk intellektuálisan részesei.

Mindezekből is kitűnik, hogy a könyvet melegen ajánlom olvasásra az épülni vágyó, és a kémia iránt affinitást érző tanulóifjúságnak is.

Ivanics Nóra Enikő

A távoktatás alapkérdései

A XXI. század küszöbén a hagyományos felsőoktatásnak új kihívásokkal kell szembenéznie. Mind a politika, mind pedig a társadalom igénye a felsőoktatás kiszélesítésére irányul, ezért minden eddigi igényhez képest sokkal nagyobb tömegek számára kell a felsőoktatást elérhetővé tenni. Azonban ezzel a törekvéssel – megfelelő pénzeszközök hiányában – nem társul az infrastruktúrának olyan mértékű fejlesztése, amely a nagy létszámú hallgatói csoportok fogadását teszi lehetővé, ill. egyre komolyabban felmerül a kormányzat részéről a felsőoktatás részben, vagy teljes egészében önköltségessé tétele. Az egyik szinte lehetetlenné teszi a hallgatók igény szerinti felvételét, a másik a szülőkre háruló anyagi terheket növeli meg olyan mértékben, hogy a potenciális hallgatók nagy tömegeit szorítja ki a felsőoktatásból.

A másik kihívás módszertani jellegű. Az INTERNET robbanásszerű elterjedésével alapjaiban új információhordozók jelennek meg az élet szinte valamennyi területén. Ezeknek az új médiáknak az elterjesztéséhez komoly pénzügyi források állnak rendelkezésre mind a felsőoktatás, mind pedig a közoktatás területén, így az 1990-es évek végére általánosan elterjed, és az általános és középiskolai tanulók számára is elérhetővé válik az INTERNET használata. Az INTERNET – a tervek szerint – két éven belül valamennyi középiskolában elérhetővé válik, és a faluház koncepciónak megfelelően az általános iskolák is használni fogják. Ennek a nagy-

méretű információforrásnak folyamatos elérési lehetősége alapvetően változtatja meg a tanuló tanulási stratégiáját, a hozzáférhető információk mennyiségét és minőségét. Külön feladatot jelent annak a stratégiának az elsajátítása, amely a levelezőlistákon keresztül együttes feladatmegoldásokat készítő tanulók irányítására tűzi ki feladatául. Mindezek a többlet lehetőségek rávilágítanak a tanár szerepének megváltozására. Az „információforrás” tanár valódi értelemben vett irányító tanárrá válik, akinek feladata elsősorban nem a tananyag interpretálása, hanem a tanulási célok és feladatok kitűzése, az információszerezés irányítása, az elsajátítandó információk csoportosítása, és a megszerzett információk rendszerezése és osztályozása. Természetesen továbbra is feladata marad a tanárnak a tanulók tudásszintjének felmérése és folyamatos ellenőrzése.

A felsőoktatási intézmények ebben a helyzetben kétféle kiutat kereshetnek. Egyrésztől vállalják a piaci helyzet kialakulását és a módszertani váltást, valamint figyelembe véve lehetőségeiket **piacorientált, költséghatékony képzési formák** meghonosítására törekednek. Ezen törekvés során újra és újra megjelenik alternatívaként a **távoktatási** ill. helyesebb szóhasználatl a **távtanulási rendszer** kialakítása mind az infrastruktúra-, mind pedig tananyagfejlesztések megindításával. Másrésztől védve hagyományos képzési struktúráikat „bezárkózó” politikát folytatnak, bízva abban, hogy az általuk nyújtott képzési formákra a hagyományos keretek között

továbbra is megfelelő igény jelentkezik. Nem tekinthetnek el akkor sem attól a kihívástól, amely az INTERNET használatának módszertani vonatkozásaiban jelentkezik. Témájánál fogva ez a feladat a tanárképző intézmények kompetenciájába esik. Nem képzelhető el a jövőben olyan tanárjelöltek és tanárok kibocsátása, akik nem sajátították el készség szinten az INTERNET és a multimédia használatát egyetemi, főiskolai éveik alatt, nem készültek fel arra, hogy tanári munkájuk során alkotó módon alkalmazzák a számítógépet, és nem kaptak megfelelő módszertani eligazítást arra, hogy hogyan illeszkedjen a tanterveikbe és az óraterveikbe azokat az ismereteket, amelyeket a tanulók az új médiák használatánál során megszereznek.

Jelenleg tanárképző felsőoktatásunkban sem alapképzésben, sem a szakirányú továbbképzésben, sem pedig a diplomamegújító általános továbbképzésben nincsenek olyan kurzusok (néhány partikuláris esetétől eltekintve), amelyek ezekre a feladatokra felkészítenének. Külön feladatot jelent, hogy a végzett vagy a most diplomázó tanárok elsajátíthassák a CD ROM alapú oktatási tananyagok fejlesztésének módszertanát, amelynek megalapozása még nem történt meg. Ez a terület a közeljövő módszertani fejlesztéseinek meghatározó iránya, amely több éves kutatási programot igényel. A kutatási programnak része lehet a hagyományos oktatáshoz készült jegyzetek átdolgozása multimédiára alapozott tananyaggá, ill. az új információforrások beillesztése a hagyományos keretek közé. Ezekben belül az elsődleges feladat: feltárni a hagyományos pedagógiára és a kognitív pszichológiára alapozott, már kidolgozott oktatási stratégiák és az új információhordozók olyan kapcsolatát, amely segítségével a számítógépes oktatóprogramok önálló tanulásra alkalmas tananyaggá fejleszthetők. Ehhez ki kell dolgozni azokat a tananyag-feldolgozási módszereket, amelyek segítségével meghatározott szakmai tartalmú tananyagok olyan, a lineáris tananyagszerkesztéstől eltérő rendszerű oktatási anyaggá dolgozhatók át, amelyek kihasználják a számítógépes multimédia valamennyi lehetőségeit.

Ennek a tanulmánynak alapvető célja, hogy rámutasson a távoktatás szerepére a tanárképzés új területein, bemutassa a most alakuló távoktatási központok hálózatának lehetőségeit, és meggyőzze a kételkedőket – akik most idegenked-

nek ettől a területtől – arról, hogy létrehozhatók olyan jól felépített távoktatási tananyagcsomagok, amelyek nem pótolják ugyan az oktató vagy a pedagógus személyiségét, de a hagyományos jegyzetek kiegészítéseként hatékonyan segítik az önálló ismeretszerzést és tanulást.

A távoktatás szerepe a felsőoktatási alap- és a továbbképzésben

A távoktatás szerepét két, egymástól eltérő fő területen kell vizsgálni. Az egyik terület az **oktatás szervezését**, fejlesztését és irányítását jelenti. A másik a távoktatást mint oktatási módszert kívánja vizsgálni, és keresi annak helyét a graduális és nem graduális képzésben. Ha kimondjuk ezt a szót, mindkettőt értjük rajta. A továbbiakban azonban külön-külön kell vizsgálni annak megvalósulási feltételeit és követelményeit.

Ha a távoktatásról mint oktatásszervezési módszerről beszélnek, akkor elsősorban arra gondolnak, hogy ez egy oktató, tanár nélküli tanulási módszer, amely néhány adminisztratív szervező munkáját igényli, és „elveszi a tanárok kenyerét”. Természetesen ez egy olyan előítélet, amely a módszer ismeretének hiányából fakad. Elemezzük ezért először a szervezési rendszer részeit! **A távoktatás mint oktatásszervezési rendszer** három fő részre tagolódik: az **önálló ismeretelsajátításra alkalmas tananyagok önálló tanulására**, amely helytől és időtől független, és különböző útmutatók és segédletek által vezérlik a hallgató haladását a tananyagban; az **egyéni konzultációk rendszerére**, amely az egyes hallgatók önálló tanulásuk során felmerült egyedi problémáinak megoldására szolgál; **valamint a csoportos, intenzív konzultációs szakaszokra**, amelyek az egyénileg nem megoldható oktatási feladatok ellátására szolgálnak (a tananyag elsajátításának kezdetekor egy instrukciós szakasz, a kötelező laborgyakorlatok, vagy a tananyag önálló elsajátítása után az ismeretelmélyítő, alkalmazáscentrikus tréning). A vizsgák szervezése ezen szakaszok lezárása után a hagyományos vizsgaszervezésel azonos módon történik.

A tananyag elsajátítását önállóan megoldandó, elmélyült munkát kívánó részfeladatok kijelölése és elvégeztetése segíti. **A konzultációs tanár (tutor)** feladata a hallgató egyéni konzultációinak vezetése (ez komoly szakmai

felkészültséget igényel az egyes területeken, mert a konzultációk során nem látható előre, hogy a hallgatónak a tananyag mely részeinek elsajátítása jelentett nehézséget, és milyen kérdésekkel fogja a tanárt megkeresni); az otthoni feladatok kijelölése, azok elkészítésének irányítása és szakmai segítése, majd az elkészült dolgozatok egyéni értékelése. Mindezek az oktatási feladatok együttvéve a tutor ún. rendelkezésre állási idejével (amikor az oktatói egy bizonyos telefonszámon, vagy elektronikus címen meghatározott időben hallgatói ügyeletet tart), és a csoportos konzultációk oktatói igényével oktatói kapacitásban és óraszámterhelésben megközelíti, de meg is haladhatja a hagyományos levelezőképzés oktatói igényét. (A távoktatásban az oktatót tutornak nevezik megjelölendő a hagyományos oktatói feladatoktól eltérő feladatokat.) A fentiekből is látható, hogy a hallgatói kapcsolattartás, mind a konzulens, mind pedig az oktatás adminisztratív szervezője részéről a hagyományostól eltérő módszereket igényel.

Az **oktatásszervező** a „Tanulmányi Osztály” hagyományos munkáján túl a hallgató egyéni haladási ütemének ellenőrzésére és a hallgató esetleges lelki segítésére is hivatott. Sőt ezen túlmenően az egyes oktatási anyagok fejlesztését és terjesztését is vállalnia kell. Tehát az oktatásszervező ebben az esetben nem elsősorban adminisztratív munkát végez, hanem tanári, közgazdasági, jogi ismereteinek is lennie kell. Ez a két, a hagyományostól jelentősen eltérő tevékenység (mind a tutorok, mind pedig az oktatásszervezők részéről) igényel egy olyan szervezeti egységet, amely ezen tevékenységek és oktatásszervezési módszerek sajátosságainak megfelelően működik, és kielégíti a speciális igényeket. Ennek jegyében hozták Európában és Magyarországon is létre az ún. **Távoktatási vagy Távtanulási Központokat** (Distance Education Study Centres). Ezeknek a központoknak alapfeladataiként a távoktatási tananyagok fejlesztését, azok kipróbálását kis létszámú csoportokon (pilot project), a kifejlesztett tananyagok alapján a kurzusok szervezését, marketingjét és menedzmentjét valamint a hallgatói ügyek intézését jelölték meg.

Külön feladatot jelent annak vizsgálata, hogy ezen szervezett kurzusok milyen **végzettséget** és **szakképzettséget** jelöljenek meg. A távoktatás mint oktatási módszer általánosan elfogadott a szakképzések és a tan-

folyami képzések területén. Az iskolarendszerű felsőfokú szak- és főiskolai valamint egyetemi képzések területén a távoktatás **akkreditációra** szorul. Ennek az akkreditációs eljárásnak két részből kell összetevődnie: a tananyagok és a kurzusszervezés vizsgálata a távoktatási kritériumoknak megfelelés szempontjából (ez jelenti a minőségbiztosítási rendszer kidolgozását és bevezetését a Távoktatási Központok hálózatába), ill. a tananyagok és az oktató intézmények akkreditációját az adott szak- vagy szakmafelelős Akkreditációs Bizottság eljárásában. Az akkreditációs eljárás megindítására csak az ún. belső, távoktatási akkreditációs vizsgálat lefolytatása után kerülhet sor. Erre azért van szükség, mert az egyes felsőoktatási intézményeknek komoly kísértést jelent annak a lehetőségnek a kihasználása, hogy a távoktatási kurzusok infrastruktúrája nélkül az eddig levelezőként működő képzéseiket – ha a törvényi szabályozás előnyösebbé teszi az intézmény számára a távoktatási formát – átminősítsék távoktatási képzéssé, és így hirdessék meg. Ennek elkerülése végett meg kell vizsgálni a levelezőképzés és a távoktatási képzés adott szaktól és szakmától független különbségeit.

A távoktatás mint metodikai módszer elsősorban új ismeretátadási **technológiák** felhasználását jelenti, amely technológiák segítségével a tananyagot a hagyományos képzésben megszokott gyakorlatok nélkül készség szinten lehet elsajátítani. Ezek a technológiák a tananyag tervezésénél, a tananyag hordozó média kiválasztásánál (nyomtatott forma, audio- és videokazetta, CD ROM), a tananyag modulrendszerű felépítésében, és ezen médiák használata közben a hallgatóra gyakorolt önfejlesztési és öntesztelési kényszerben nyilvánulnak meg.

A tananyag tervezésénél azt kell figyelembe venni, hogy az ismeretek elsajátítására nem lineáris felépítésben kerül sor. Ez azt jelenti, hogy a tananyagot író oktatónak nem az előadásról előadásra történő felépítésben kell gondolkodnia (ha nem ért valamit a hallgató, majd úgy is rákérdez az előadáson), hanem a tananyag belső fogalmi-tartalmi kapcsolatait kell meghatározni, és ez alapján kell terveznie a tananyag rendszerét, mindig arra gondolva, hogy mit kérdezne a hallgató. Ez azért fontos, mert egy hagyományos jegyzet megértéséhez a jegyzet első oldalától az utolsóig sorrendben történő elolvasása, fogalmainak és definícióinak kijegyzetelése; valamint a gondolatsorok hiányzó lépéseinek feltárása szükséges.

Ha azonban önálló tanuláshoz készül a tananyag, akkor ezeknek a segédleteknek a megjelenítése elkerülhetetlen – akár nyomtatott formában, akár más hordozón (CD ROM) –, különben a hallgató saját erejéből csak nagy nehézségek árán lenne képes elsajátítani a szükséges ismereteket, és várhatóan már a képzés elején vagy a hagyományos oktatási formát választja, vagy abbahagyja tanulmányait.

A **média kiválasztása** a szakmai szempontból leghatékonyabb információátvitel és az előállítási költségek figyelembevételével valósul meg. Egy oktatócsomag előállításánál nem szerencsés egyetlen hordozót választani, hanem a hallgató szempontjából legkönnyebben használható médiára kell írni. Például nem célszerű jól olvasható, gördülékeny nyelvezetű, összefüggő szöveget kizárólag számítógépen tárolni, mert a hallgatónak sokkal kényelmesebb nyomtatott formában elolvasni, nem beszélve arról, hogy a számítógép monitorjának folyamatos olvasása egészségügyi problémákat vet fel (fej- és hátfájás, látászavar és más problémák). Azonban a tananyagsegédletek, az útmutatók, a tananyagszöveg annexálásokkal, grafikával, képekkel és hanggal CD ROM-on tárolva hasznos és könnyen kezelhető információforrás (hívószavas és menürendszerű keresési lehetőség), amely tartalmazáson kiegészíti az írásos tananyagot, tekintet nélkül a tárolandó információ mennyiségére. (Egy CD ROM memória-kapacitása 650 MB, ami egy közepes méretű Winchesternek ill. 200 000 nyomtatott oldalnak felel meg.)

A levelező és a távoktatásos képzések alapvető különbségei

A távoktatás bevezetésének egy lehetséges területét képezik a graduális képzésekben a levelező képzések kiváltása távoktatási képzésekkel. Ahhoz, hogy kimutatható legyen az, hogy a távoktatási képzés ugyanazon a szakon magasabb minőségi követelményeknek tud eleget tenni, meg kell vizsgálnunk a kurzusjellemző adatokat. Ezek az alább felsorolt területek elemzését jelentik.

- A tananyag mennyisége és minősége;
- a tananyag elsajátításához szükséges segédletek;
- a tanár szerepe;
- az oktatási időben az előadás és a gyakorlat aránya;

- hallgatói kapcsolatok erőssége;
- a végzettség szintje és megnevezése.

A tananyag mennyisége és minősége

Anélkül a szándék nélkül, hogy a levelező képzés fontosságát és szerepét vitatnánk, rá kell mutatni ennek a képzési formának a hiányosságaira. Bár ezt egyetlen képző intézmény sem vállalja szívesen, a levelező képzés tananyaga általában eltér a nappali tagozaton oktatott tananyagtól, rendszerint a nappali tagozatos tananyag rövidített változata a számon kért ismeretanyag. Amennyiben ez a tananyag úgy áll össze, hogy hangsúlyossá válnak a nappali tagozatos tananyag lényegi fejezetei, és a tananyag megtervezésekor a levelező oktatást végző tanár ennek kidolgozására időt és energiát fordított, akkor ez minőségileg nem feltétlenül jelent rosszabb képzést. Ám a tapasztalatok azt mutatják, hogy jelenleg a felsőoktatásunkban nem ez a jellemző. A távoktatási képzés ezzel szemben a **teljes nappali tagozaton oktatott ismeretanyag** elsajátíttatását tűzi ki célul, biztosítva ezzel a nappali tagozaton szerzett oklevéllel egyenértékű oklevél kibocsátását.

A tananyag elsajátításához szükséges segédletek

A levelező képzésben általában a nappali tagozaton használt jegyzeteket jelölik meg mint elsajátítandó tananyagot. Ezek a jegyzetek nem az önálló tanulás céljára készültek, írójuk általában a saját előadásainak kiegészítéséül szánta őket. Így az előadások meghallgatása és a hallgatók saját jegyzetei nélkül nehezen tanulhatók.

A távoktatási tananyagokat felépítésében **modul rendszer** jellemzi, amelyet a tananyag információelméleti összefüggéseinek megfelelően építenek fel, a tanulást a **tanulási útmutató** vezérli, amely meghatározza az elsajátítandó részek tanulási időigényét, a modul egyes helyein elkészítendő és megoldandó feladatokat, és lehetőséget nyújt az elsajátítás mélységének kontrollálására tesztek és önálló feladatok megoldásának kitűzésével.

A tanár szerepe

A levelező képzésben nagyon szűken értelmezett a tanár szerepe, hiszen sem hely sem idő nincs másra, mint arra, hogy elmondja, mit kell tudni a vizsgán, honnét tanulható meg részlete-

sen, és nagy vonalakban előadásszerűen vázolja az elsajátítandó tananyagot. Éppen arra nincs lehetőség, amely a legfontosabb lenne, hogy a hallgatók által nehezen feldolgozható anyagrészeket részletesen megmagyarázza, az egyes fogalmakat megvilágítsa, és felhasználásukat példákon mutassa be. Mivel ezekkel a nehézségekkel valamennyi – a levelező képzésben részt vevő – oktató találkozhat, ezért a számonkérések során általában eltekintenek a mélyebb megértés vizsgálatától. Felvetődik a levelező képzés minőségbiztosításának lehetősége vagy inkább lehetetlensége. A távoktatásban az oktató a már fentebb jelzett módon tutorrá válik, és a **rendszeres személyes kapcsolaton** keresztül meghatározóvá válik szerepe az önálló tanulás irányításában. A személyre szabott tanulásirányítás pedig lehetővé teszi a tananyag zökkenőmentes megtanulását.

Az oktatási időben az előadás és a gyakorlat aránya

A hagyományos levelező oktatásban az előadások dominálnak. Rendszerét tekintve kéthetente pénteken és szombaton 12–14 óra, összesen hét vagy nyolc hétvégén, azaz szemeszterenként max. 85–95 óra. Ez a megtervezhető „tisztá” előadási, ún. kontakt óra. Ezt gyakorlatilag kizárólag „klasszikus előadásokra” használják fel a képzések során, amelyek auditív és ismertető jellegűek. Ritkán építenek be konzultációs órát, amely a már elsajátított tananyag elemzésére, rendezésére szolgál. Ha mégis van ilyen, az nem haladja meg a szemeszterenkénti max. 10 órát, amely rendkívül csekély a ténylegesen felmerülő igényekhez képest. Külön gondot jelent, hogy a laborigényes képzésekben a laborgyakorlatokat is ekkor kell teljesíteni, amely szintén ezt a szűkös órakeretet terheli. A távoktatási kurzusokon szemeszterenként általában egy néhány órás kurzusindító szakasz, valamint egy vagy két hét **intenzív konzultációs szakasz** van beépítve, de ez nem előadásokra van szánva – hiszen a tananyagot már egyénileg el kellett, hogy sajátítsák a hallgatók –, hanem a már elsajátított tananyag alkalmazáscentrikus feldolgozására, és a gyakorlati példákra épített interaktív csoporttréningek lebonyolítására szolgál. Tehát nem ismeretátadó, hanem **ismeretfelújító és elmélyítő szerepe** van. Ezért a neve **csoportos konzultáció**. A tanulási szakaszban a hallgató segítségével az **egyéni konzultációk** szolgálnak. Ez az oktató által megadott időpontokban a hallgató számára

telefonon, E-mail-en, vagy személyesen nyújtott oktatási szolgáltatásból áll.

Hallgatói kapcsolatok

A hagyományos levelező oktatásban nem jellemző a **hallgatói csoportok** szerveződése. (Ez nem a klasszikus szakonkénti csoportbontást jelenti, hanem két három főből álló olyan tanulócsoportot, akik fizikai értelemben könnyen elérhetők egymás számára, és ezért a felmerülő tanulmányi gondjaikat egymás segítségével csoportosan oldják meg.) A távoktatási kurzusszervezés egyik feladata az ilyen hallgatói csoportok kialakulásának elősegítése és támogatása. Ezek szervezői fogásokkal hozhatók létre. Például a kurzus elindításakor minden hallgató számára adni kell egy listát a hozzá legközelebb lakó 4–5 hallgató címével és telefonszámával, amivel segíthető a hallgatói csoport spontán kialakulása.

A végzettség szintje és megnevezése

Mindezek segítségével a számonkérések a **képesítési követelményeknek** megfelelően történhetnek, a vizsgák nem válnak el a nappali tagozatos hallgatók vizsgáitól sem időpontban, sem követelményszintben. Ezért a képzés akkreditálható a nappali tagozatos képzéssel azonos szinten, így az oklevélben szükségszerűen nem kell megjeleníteni a képzés formáját, tehát a nappali tagozatos oklevéllel megegyező értékű oklevél állítható ki a végzett hallgató részére, lehetővé téve a felsőoktatási végzettség megszerzését számos olyan jelöltnek, aki családi vagy szociális körülményeire való tekintettel nagy valószínűséggel kizorulna a felsőoktatásból.

A távoktatás speciális lehetőségei

A fentiek tükrében jól látható, hogy a távoktatás egyik meghatározó területe a felsőoktatáson belül a jelenlegi levelező képzések kiváltása, a munka melletti tanulás igényének kielégítése. A másik nagy terület a **továbbképzések** megoldatlan helyzete. Ez a terület elsősorban a tanárképző intézmények feladatait érinti. A felsőoktatási törvény hét évenként egy szabad évet biztosít a továbbképzésre a közoktatásban tanító tanárok számára. Mindemellett a diploma megszerzésétől számított tíz éven belül kötelezővé tesz szakirányú továbbképzésben szakvizsga letételét. A szakirányú továbbképzések törvényben előírt minimális időtartama négy szemesz-

ter. Ebből a törvény csak két szemeszternyi időt biztosít, valamint nem teremti meg a tanárképző intézményekben a továbbképzések iskolarendszerű elhelyezésének lehetőségét (nincs megfelelő mennyiségű tanterem a nappali és az iskolarendszerű szakirányú továbbképzés együttes ellátására). Mind a két probléma felveti a továbbképzések levelező vagy távoktatásos formában való működtetését.

Ismerve a távoktatásos forma előnyeit a levelező képzéssel szemben, még egy – a képzőintézményekkel szemben felmerülő – igény kielégítésére van lehetőség: **a határon túli magyar anyanyelvű tanárok továbbképzésére.** Miért van távoktatási program kidolgozására szükség ezen a területen?

- A szomszédos államok törvényileg nem biztosítják a tanárok anyanyelvi továbbképzését.
- Nem, vagy csak részben állnak rendelkezésre magyar nyelvű, a legújabb kutatási eredményeket tartalmazó anyagok.
- A határon túli tanárok elfoglaltságuk és szociális helyzetük miatt sem tudják vállalni a levelezős képzés gyakori utazással járó formáját.
- Szabadidejük korlátozott, elsősorban nyáron, ill. az iskolai szünetekben van lehetőségük szakmai programokon való részvételle.
- Nem, vagy csak minimális pénzügyi támogatásra számíthatnak a kormányzatuk részéről.

– A magyar továbbképzési programokba nehezen illeszkednek be, mert a magyar curriculumoktól jelentős mértékben eltérő tantervek alapján szereztek tanári végzettséget.

A felsoroltak alapján önként adódik a válasz, a határon túli tanárok továbbképzése akkreditált magyar nyelvű tanárképző intézmény által indított távoktatási programokkal valósítható meg. A távoktatási konzultációs központok ebben az esetben határon túli, magyar nyelvű oktatást folytató közép- vagy felsőoktatási intézmények lehetnek. Később ezek szerepét a PHARE program folytatásából felállítandó PHARE Regionális Központok vehetik át. A tutorok olyan kollégák lehetnek, akik magyarországi felsőoktatási intézményben szereztek diplomát. A tananyag kidolgozását pedig közös fejlesztő csoportok felállításával lehet megoldani, amely csoport fő feladatai közé tartozik a curriculumok összehangolása, a módszertani eltérések feltárása és a magyar oktatási anyagok adaptációjának elősegítése, valamint az adott célország oktatási hagyományainak beépítése. A határon túli tanárok képzéséhez természetesen meg kell teremteni annak törvényi háttérét, amely majd biztosítja, hogy a magyar képző intézmények által kiállított oklevelek automatikusan honosíthatók legyenek az érintett országokban.

Dr. Erdősi Ferencné–Dr. Halblender Anna–Dr. Petőcz György

A demonstrációs kísérletek szerepe a kémiatanárok felkészítésében

Hennek a cikknek a megírását több tényező motiválta. Néhány éve gyakran részt veszünk végzős tanárjelöltek ún. zárótanításain és döbbenet tapasztaljuk, hogy hallgatóink félnek a kísérletek bemutatásától annak ellenére, hogy sikeresen túl vannak fizikai-kémiai méréseken, szervetlen és analitikai, valamint szerves kémiai gyakorlatokon. De más dolog saját tapasztalatok szerzésére kísérletezni, és megint más a mozzanatokat, történéseket úgy irányítani, hogy azokból mások –

egy osztályközösség – vonhassák le a megfelelő következtetéseket. Másik motivációnak neveznénk egy, a városunkban elhangzott előadást, mely a bevezetésre kerülő – a Parlament által elfogadott – NAT kémiai követelményeivel foglalkozott. Az előadó is azon kollégáink közé tartozott, akik hívei a kísérletezésen alapuló kémia oktatásának, és osztjuk a véleményét, mely szerint „olyan eszköz van a kezünkben a kísérletezés révén, ami kevés kollégánknak adatik meg. Bűn lenne nem élni a kísérletezés lehetőségével,

mert azokkal örömet nyújthatunk a gyerekeknek, s kötelességünk élni vele”.

Harmadikként említem meg azt, hogy már évek óta futó MKM-pályázatunkat is ebben a témakörben nyertük.

Szeretnénk tehát minden tőlünk telhetőt – lehetőségeinkhez mérten – megtenni, hogy a JPTE TTK Kémia Tanszékének hallgatói szeressenek és tudjanak kísérletezni a kémiaórákon, bármilyen iskolatípusba is kerüljenek mint tanárok. A hallgatókkal való évtizedes foglalkozásaink során szerzett tapasztalatainkból adunk közre néhányat abban a reményben, hogy minél több kollégánkat nyerjük meg a kísérletezésen alapuló kémiaoktatásnak.

A kémia nem tartozik a tanulók kedvenc tárgyai közé (igaz ez az általános és középiskolára egyaránt). Ismerünk viszont – bizonyára mindannyian – olyan tanárokat, akiknél élményt jelentett az „elvont” tárgyat is tanulni. Nagyon jók voltak a középiskolában a kémiaóráink – mondta az egyik hallgatónk. Én voltam a kén, s amikor be kellett mutatkoznom, mindent tudnom kellett magamról és a reakciópartnereimről is. Csodálatos ember volt a kémia tanárom, ő szerettette meg velem a tárgyat: rengeteget kísérletezett.

Más tapasztalataink is azt támasztják alá, hogy az érdekes kísérletek élményszerűvé, vonzóvá teszik a kémiát s ezáltal megkedveltetik a tanulókkal. A tanulók ismeretei is szilárdabbak lesznek, a tanítási órák emlékezetesebbek, aktivizáló, ha kísérletekkel és ezek elemzésével sikerül elsajátíttatni az anyagot. A cselekvéses feldolgozás (tanulókísérlet) során nyert benyomások pedig még maradandóbbak.

A kémia szakos hallgatók felkészítésében a legfontosabbnak tartjuk – a tantárgy pedagógiai keretein belül – úgy a demonstrációs, mint a tanulókísérletezés technikáját és módszertanát magas szinten elsajátíttatni. Ennek egyik feltétele a rendszeres gyakorlás, hogy a kísérletezésben jártasságot szerezzenek a tanulók. Gyakorlótanításaik során kötelezően ki kell próbálniuk – sikeresen – minden bemutatásra kerülő illetve tanulókísérletet. Mégis előfordulnak hibák, kellemetlen helyzetbe kerül a „kistanár”. Nézzünk ezekből egy csokrot, s nevezzük **a hallgatói tanítások során bemutatott kísérletek negatívumainak!**

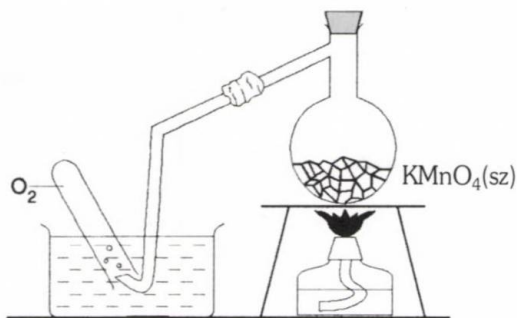
- „Most pedig kísérletezni fogok” – jelenti be a tanárjelölt, s elmondja a kísérlet lényegét

anélkül, hogy elárulná, hogy miért kísérletezik. Vajon mit szeretne a kísérlet segítségével vizsgálni? Melyik tulajdonság vagy reakció megállapításához akar a kísérlet bemutatásával indukciós alapot biztosítani?

Íme egy példa arra, hogyan lenne helyes: Kutassuk a hidrogén-klorid-gáz fizikai tulajdonságait és vízzel való reakcióját! Ehhez a következő kísérletet végzem

- „Figyeljétek meg, hogy mi történik! Mit tapasztaltok a kísérlet során?” – kapják a tanulók a megfigyelési szempontokat általánosan, tágan. Pedig ahhoz, hogy a tanulók figyelme a lényegre, a változásra irányuljon, konkrét megfigyelési szempontot kell adnunk, s ha többféle dolgot figyeltetünk meg, részletezzük a kérdést! Pl. cc. kénsavat öntök porcukorra. Figyeljétek meg a színváltozást és a térfogatváltozást!
- Gyakori hiba, hogy a tanárjelölt rábeszéli a tanulókat arra, amit nem tapasztaltak valamilyen ok miatt: „Ugye láttátok, hogy meggyulladt? Ugye láttátok, hogy színtelen lánggal égett?” Így hitelét veszti több, korábban már sikeresen elvégzett kísérlet konklúziója. Magyarázzuk meg, keressük az okát, ha valamit nem sikerült meggyőzően bemutatni! Pl. ha a fa száraz lepárlásakor nem sikerül az éghető gázokat meggyújtani, oka lehet, hogy nem töltöttük meg a kémcsövet eléggé fával.
- „A salétromsav színtelen folyadék. Barna üvegben tároljuk, de nézz csak bele az üvegbe, s látod a színét.” Azonban nem önt ki egy keveset a főzőpohárba, hogy valóban lássák a tanulók a folyadék színét.
- Típushibának számít, hogy a kísérlet beindítása és eredménye közt hosszú kínos csönd van a teremben. Amíg várakozni kell, addig beszéljünk, hogy a tanulók lankadó figyelmét ébren tartsuk, különben a tanulók éppen a kritikus pillanatban veszítik el türelmüket és nem néznek oda a lényegre.
Pl. elég hosszadalmasan kell a Bunsen-égő lángjába tartani a mészkövet, hogy a felületén CaO keletkezzen. Közben azonban megbeszélhetjük a mészkő természetben, iparban betöltött szerepét. Hasonló „csend” elkerülésére kell felkészítenünk a tanárjelölteket az NH_3 -gáz előállításakor, amíg az ammóniaoldatot melegítjük.

- Gyakori hibájuk kezdő kollégáinknak, hogy a kísérleteket „takarásban” mutatják be. Az egyetemi laboratóriumi gyakorlatok során maguknak kísérleteznek a hallgatók, ezt szokják meg, így automatikusan a tanári demonstrációs kísérleteket is balról jobbra szerelik össze. Sok gyakorlást igényel, hogy megszokják a fordított sorrendet, a jobbról balra irányt. Osztályteremben bemutatott kísérlet esetében mindig úgy szereljük össze a kísérletet, hogy a *gyerekek* lássák balról jobbra a kísérletet!



A kísérletet bemutatónak így kell összeállítani az oxigénfejlesztő készüléket! A tanulók ebben az esetben látják balról jobbra a kísérletet.

F langedhetetlen követelmény, hogy a kísérletek bemutatását azok alapos kipróbálása előzze meg, s mindez úgy történjen, ahogyan az osztályban majd bemutatják. Így a főpróba és a premier megegyező körülményei izgalomcsökkentők. A tanítást megelőző kipróbálás azzal az előnnyel is jár, hogy minden szükséges anyag és eszköz rákerül egy tálcára és nem kell a szertárba rohanni érte, ha a kísérlet közben kiderül, hogy hiányzik.

Nem kell manipulálni a kísérleteket ahhoz, hogy eredményesek legyenek. Vannak azonban olyan praktikus tanácsok, melyek figyelembevételével biztos és gyors az eredmény.

Pl. szénsav vagy kénessav bomlékonyságának igazolása akkor lesz jó, ha kevés piros fenoltaleinhez 1–2 csepp savat adunk, amennyi éppen elszínteleníti. Rövid forralás után az indikátor színváltozása jelzi, hogy a sav elbomlott.

A balesetvédelmi szabályok betartására – izgalmukban – hallgatóinkat gyakran kell figyelmeztetni. Többször tapasztaljuk, hogy a tanárjelöltek egészen közel hajolnak a kísérleti eszköz-

höz – szinte szuggerálva figyelik –, megindult-e már a reakció. Fontos készséggé fejlesztendő szokásnak tartjuk, hogy egyenes derékkal, kezüket ügyesen használva kísérletezzenek a hallgatóink. Szemmagasságban veszélyes a reakciótér nézegetése.

Az alternatív tankönyvek, tankönyvcsaládok megjelenésével, bevezetésével megnőtt a módszertani gyakorlatok szerepe, felelőssége. Csak óraszámra maradt egyelőre a régi (5. és 6. félévben 2–2 óra). Ezentúl az új NAT-ban lehetővé váló tanári szabadság szellemében a kémiatanár is szabadon választhat információhordozókat tájékozottsága, igénye, pedagógiai, szakmai, emberi kulturális szintje szerint. A kísérletanyagot tehát úgy kell begyakoroltatni, feldolgozni, hogy az bármikor felidézhetővé váljon. Ennek érdekében vezettük be Pécsen a kémia tantárgypedagógia gyakorlatok keretében a videóra rögzített mikrotanításokat.

E munka előkészítő szakaszában minden harmadéves hallgató kap egy olyan témát, melyet kísérletek beiktatásával kell feldolgoznia. A tankönyvek, segédeszközök segítségével önállóan elkészíti az óravázlatot, kipróbálja a szükséges kísérleteket úgy, hogy a készülék az órát néző számára balról-jobbra „működjön”. A jól begyakorolt kísérletek bemutatásával társainak „órát tart” az adott témából, melyről videofelvételt készítünk.

Egy-egy gyakorlat keretében 3–4 hallgató mikroórát rögzítjük. Ezek a felvételek alkalmasak arra, hogy a történeteket visszajátsszuk, a hallgató szembesüljön önmagával. A felvételek készítésénél ügyelünk arra, hogy a kísérletező manuális és gesztikulációs tevékenysége, valamint a kísérlet látványossága, megfigyelhetősége kapjon hangsúlyt. Visszajátszáskor a kísérletet bemutató hallgatót is éri meglepetés: gyakran előfordul, hogy egészen másra emlékszik, mint amit a filmen lát. Társai számára is hasznos tapasztalatokat jelent a visszajátszás, mert mások erőnyeiből és hibáiból is sokat lehet tanulni.

Minden felvételt és visszajátszást önelemzés követ, majd a csoport mond véleményt a látottakról, tapasztaltakról.

A z utolsó órán a következő vélemények hangzottak el az általunk használt módszerrel:

- „Igen jónak tartom ezt a módszert, igaz, hogy először természetesen nagyon izgultam, de fontos, hogy szembesüljünk magunkkal, meglássuk ténylegesen, hogy mit,

hogyan csinálunk. Ebből mindenki megfogalmazhatja magának, hogyan kellene még jobban megoldania a feladatát. Jobb lenne, több eredményt lehetne elérni, ha legalább kétszer felvennék 1–1 ember kísérleteit, így meg lehetne nézni, hogy mennyire tudott odafigyelni azokra a hibákra, amelyeket előzőleg elkövetett.”

- „Amikor először hallottam, hogy video előtt kell tanítanom – ráadásul ez volt az első tanításom –, szó mi szó megrémültem. Most már tudom, tanulságos volt. Olyan dolgokat tudtam meg, amit eddig nem vettem észre, mert tükör nélkül nem olyan kritikus az ember önmagával szemben. Tanulságos volt, azt hiszem, sokat tanultam belőle. Megérte az előtte való félelmet, és közben az izgulást.”
- „Szerintem hasznos, hogy egymásnak is bemutatjuk a kapott témánkat, és a gyakorlat szempontjából is fontos, hiszen a tanítási gyakorlat előtt nem mindenkinek van lehe-

tősége kiállni mások elé. Az is hasznos, hogy végignézzük egymás óráit. Főleg saját magunk megfigyelése fontos, hiszen a többieket amúgy is látjuk, a saját hibáinkat nehezebb a cselekvés közben észrevenni. Egyedül az a gond, hogy a többiek (főiskolás csoporttársak) általában jó választ mondanak és mindezt azonnal megértenek, így igazi problémával nem találkozunk.”

A kémiaórákon a kísérletek elvégzéséhez az elhatározás kevés. Feltétel a vegyszer- és eszköz-szükséglet megléte. A legfontosabb „kelléknek” viszont a *tanár lelkesedését* tartjuk, szemlélete, hozzáállása meghatározó.

Szeretnénk, ha végzős hallgatóinkból olyan kémia tanárok válnának, akik még a mostoha körülmények között is keresik a bemutató- és tanulókísérletekhez a kivitelezhető ötleteket.

A cikk a Művelődési és Köznevelési Minisztérium támogatásával jött létre.



Innen–onnan

(Összeállította: Dr. Tóth Zoltán)

A sók disszociációjáról. A XX. századi kémia egyik érthetetlen tévedése annak állítása (tanítása), hogy a sók vizes oldatban teljes mértékben ionokra disszociálnak. Érthetetlen, hiszen a XIX. században az elektrolitos disszociáció elméletének megalkotói kísérletekkel igazolták, hogy a sók csak részben disszociálnak vizes oldatokban. 40 só disszociációfokának meghatározásával már Arrhenius megállapította, hogy azok nem teljes mértékben disszociálnak vizes oldatban, a talált disszociációfok 3 és 92 % között változott. Néhány fontosabb elektrolit disszociációs viszonyait a következő oldalon lévő táblázat tartalmazza.

A különböző fémsók disszociációs viszonyainak vizsgálata alapján megállapíthatjuk, hogy

- az I. főcsoport fémjeinek vegyületei nagyobb mértékben disszociálnak, mint a II. főcsoporté;
- az alkálifémsók (a Li-sók kivételével) 0,1 M-os vagy annál hígabb oldatokban olyan mértékben disszociálnak, hogy nem követünk el nagy hibát, ha a disszociációfokot 100%-nak vesszük;
- ez az elhanyagolás azonban már lényegesen nagyobb hibával érvényes a II. főcsoport fémjeinek sóira, és egyáltalán nem érvényes a III. főcsoport fémjeinek és az átmenetifémek sóira.

(Journal of Chemical Education.
1996/5. 421. oldal)

Elektrolit	Összetétel
0,52 M KCl	95% K^+ , 5% KCl
0,25 M Na_2SO_4	76% Na^+ , 24% $NaSO_4^-$
0,043 M $MgSO_4$	58% Mg^{2+} , 42% $MgSO_4$
0,44 M $CaCl_2$	70% Ca^{2+} , 30% $CaCl^+$
0,021 M $Pb(NO_3)_2$	65% Pb^{2+} , 33% $PbNO_3^+$, 2% $Pb(NO_3)_2$
0,045 M $CuSO_4$	56% Cu^{2+} , 44% $CuSO_4$
0,50 M CdI_2	2% Cd^{2+} , 22% CdI^+ , 76% CdI_2
0,10 M $FeCl_3$	10% Fe^{3+} , 42% $FeCl^{2+}$, 40% $FeCl_2^+$, 6% $FeOH^{2+}$, 2% $Fe(OH)_2^+$

Egyszerű kísérlet az oldás termodinamikájának vizsgálatára. Mérjünk 20 g KNO_3 -ot egy (lehetőleg cm^3 -es beosztással ellátott) kémcsőbe. Adjunk hozzá 15 cm^3 vizet és állandó keverés közben tartsuk a kémcsövet forró vízfürdőben addig, amíg a só feloldódik! Határozzuk meg az oldat térfogatát! (Ha nincs beosztásos kémcső, akkor jelöljük meg a folyadékszintet és egy másik ugyanolyan méretű kémcsőbe töltött víz térfogatának mérésével határozhatjuk meg az oldat térfogatát.) Vegyük ki az oldatot a vízfürdőből, helyezünk bele egy hőmérőt, és annak lassú mozgatása közben hagyjuk lassan lehűlni! Határozzuk meg azt a hőmérsékletet, amikor a kristályosodás megindul! A bemért tömeg és az oldat térfogatának ismeretében kiszámolhatjuk az adott hőmérsékleten telített oldat koncentrációját (s), majd az oldódás egyensúlyi állandóját ($K=[K^+][NO_3^-]=s^2$), és az egyensúlyi állandó ismeretében az oldódás standard szabadentalpia-változását ($\Delta G^\circ = -RT \ln K$). Ezután adjunk 5 cm^3 vizet a csapadékos oldathoz, vízfürdőbe helyezve melegítsük addig, amíg a só feloldódik, majd az ismert módon határozzuk meg a kristályosodás megindulásához szükséges hőmérsékletet! Ezzel az eljárással 5–6 különböző hőmérsékletre tartozó oldhatóságot, egyensúlyi állandót és standard szabadentalpia-változást számolhatunk. Az egyensúlyi állandó hőmérsékletfüggéséből (az $\ln K = -1/T$ egyenes meredekségéből) kiszámolhatjuk a folyamat entalpiaváltozását, az oldáshőt (ΔH). Ennek és a különböző hőmérsékleten meghatározott szabadentalpia-változások ismeretében számolható az oldási entrópia (ΔS) a $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \Delta S^\circ$ alapján. Az ily módon meghatározott értékek ($\Delta H=34,8$ kJ/mol és $\Delta S=138$ J/mol K) jól egyeznek a termodinamikai adatokból (képződéshőkből és képződési entrópiákból) számított 34,9 kJ/mol, ill. 115,8 J/mol K értékekkel. A javasolt kísérleti technika két elha-

nyagolást tartalmaz: 1) az ily módon meghatározott oldhatóság nem termodinamikai (nem aktivitásokkal megadott); 2) a látható kristálykiválás mindig alacsonyabb hőmérsékleten következik be, mint a telített oldatnak megfelelő egyensúlyi hőmérséklet.

(Journal of Chemical Education.
1996/5. 426. oldal)

Az Interneten is olvasható. A világ leg-
rangosabb, kémia tanítással foglalkozó folyó-
irata, a Journal of Chemical Education az
Interneten keresztül is elérhető. Címe:
<http://jchemed.chem.wisc.edu/>. Elektronikus le-
velezési cím: jceonline@chem.wisc.edu.

(Journal of Chemical Education.
1996/5. 436. oldal)

A fémek mérgező hatásáról. A szervezetbe
bekerülő fémek mérgező hatása függ a fém minő-
ségétől, koncentrációjától, valamint attól, hogy a
fém milyen vegyület formájában van jelen, és
függ a fém abszorpciójától, eloszlásától és kiürülé-
sétől is. A fémek előidézte mérgezésben a követ-
kező kémiai folyamatok játszhatnak szerepet: 1.
A fémionok reakcióba léphetnek a fehérje- és en-
zimmolekulák fontos funkciós csoportjaival (pl. a
fehérjék -SH-csoportjainak blokkolása higany-,
kadmium- és ólomionokkal). 2. Az enzimaktivitás
szempontjából fontos fémion egy másik fémion
kiszoríthat az enzim aktív helyéről (pl. alumínium-
ionok hatása a magnézium aktiválta enzimekre). 3.
Az enzim aktív helyét a toxikus fém foglalja el
(pl. a létfontosságú cinkion helyett a toxikus kad-
miumion épül be az enzimbe). 4. Egyes mérgező
fémionok a sejtmembrán ioncsatornáin keresztül
bejuthatnak a sejt belsejébe (pl. Tl^+ – ionok beju-
tása a sejtbe a sejtmembrán káliumcsatornáján
keresztül). 5. Bizonyos fémionok hatására meg-
változhat a biomolekulák aktív konformációja (Pl.
kadmium, berillium, higany hatása a DNS konfor-

mációjára). 6. Bizonyos körülmények között a hidrophil fémionból lipofil tulajdonságú molekula képződhet (pl. a környezetbe kerülő higanyionok egy része baktériumok hatására lipofil tulajdonságú metil-higannyá alakul, amely könnyen ájtjut a sejtmembránon). 7. Mérgezést okozhatnak olyan oxidatív tulajdonságú fémionok is, amelyek káros hatású gyököket tudnak termelni (pl. kromátionok rákkeltő hatása). Az élő szervezetbe került toxikus fémionokkal szemben azonban a szervezetben működnek védekező mechanizmusok is. Ilyen például az ún. vér-agy gát nevű speciális sejtcsoportosulás, amely megnehezíti, hogy egyes anyagok a vérből az agyba be tudjanak jutni. A természetes védekező mechanizmusok közül az egyik legfontosabb a toxikus fémionoknak a met-allotionein nevű fehérjéhez való kötődése és ilyen módon azok hatástalanítása. Ennek a fehérjének a szintézisét a szervezetbe jutó nehézfémionok indukálják. Lehetőség van arra is, hogy bizonyos toxikus fémek (pl. higany) a szervezetben bekövetkező átalakulás (pl. metilálódás) folytán illékony vegyületté alakuljanak és a szervezetből kipárolgás útján távozzanak. Egyes fémionok pedig a szervezetben szilárd fázisba beépülve detoxifikálódnak (pl. kadmiumionok hatástalanítása CdS formájában).

(Magyar Tudomány.
1996/5. 567. oldal)

Új fogalom az anyagtudományban: a nanotechnológia. A nyolcvanas évek elején Gleiter javasolta először, hogy tudatosan próbáljunk előállítani háromdimenziós ultrafinom szerkezeteket, azaz olyan szilárdtesteket, amelyekben a szemcse- vagy fázishatárokban lévő atomok hányada nagy. Ezek az ún. nanoszerkezetű anyagok, olyan kondenzált (kristályos vagy amorf) szerkezetek, amelyek karakterisztikus mérete – legalább egy irányban – a néhány nanométeres (általában 1–50 nm) tartományba esik. A különböző típusú nanoszerkezetű anyagok a szemcsék alakja szerint lehetnek: réteges, rúd és minden irányban azonos méretű blokkokból állók. A kémiai összetétel alapján négy családot adhatunk meg: 1. valamennyi szemcse, ill. határfelületi tartomány azonos összetételű; 2. a szemcsék különböző összetételűek; 3. a szemcsék és a határfelületek különböző kémiai összetételűek; 4. a nanométeres dimenziójú blokkok más kémiai összetételű mátrixba vannak beágyazva. (Ez utóbbiakat nevezzük nanokompozitoknak.) A nanotechnológia (az 50 nanométernél kisebb részletek pontos tervezésén, tu-

datos előállításán, kontrollján alapuló gyártási eljárás) létrejöttét az egyre jobb felbontású anyagvizsgálati technikák (pl. nagy felbontású elektronmikroszkópia, atomi alagút-, ill. atomerő-mikroszkópok) elterjedése, valamint az amorf anyagok szerkezete meghatározásának fejlődése tette lehetővé. A nanotechnológia előretörése elsősorban a szilárdtestfizikában, az elektronikában, a polimerkémiában és a katalízisben figyelhető meg.

(Fizikai Szemle. 1996/2. 51. oldal)

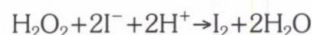
A részlegesen fluorozott szénhidrogének nem károsítják az ózonréteget. Az ózonréteget károsító freonokat egyre inkább a részlegesen fluorozott szénhidrogénekkel (pl. CF_3CHF_2 , $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{F}$) próbálják helyettesíteni. Ezek a vegyületek a légkörben az OH-gyökök hatására viszonylag gyorsan elbomlanak és így nem károsítják az ózonréteget. A legújabb vizsgálatok szerint attól sem kell tartanunk, hogy a bomlásuk során keletkező reaktív gyökök (CF_3O , FCO_2 , CF_3CO_x , FNO , FO_2 stb.) károsítják környezetünket, ugyanis a levegő alkotói néhány perc alatt hatástalanítják azokat.

(Accounts of Chemical Research.
1996/8. 391. oldal)

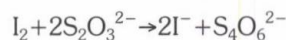
Internet-hírek. Az Egyesült Királyság kémiantanítással kapcsolatos módszertani folyóirata, az Education in Chemistry is felkerült az Internetre. Elérési útja: http://chemistry.rsc.org/rse/ed_chem.htm

(Education in Chemistry.
1996/4. 92. oldal)

Egy egyszerű és gyors reakciókinetikai mérés. Egy 130 évvel ezelőtt kidolgozott eljárással könnyen meghatározhatjuk a hidrogén-peroxid és a jodidion közötti reakcióban



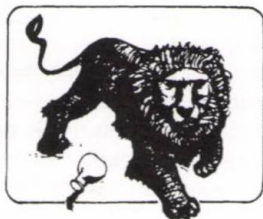
még el nem bomlott hidrogén-peroxid mennyiségét a reakcióhoz kis részletekben adagolt nátrium-tioszulfát elfogyasztásához



szükséges idő mérésével. Mérjünk ki 5 db kémcső mindegyikébe 5–5 ml 0,025 M nátrium-tioszulfát-oldatot. Ezután egy 200–250 ml-es Erlenmeyer-lombikba mérjünk 100 ml vizet, 20 ml 1 M KI-oldatot, 10 ml 2 M kénsavoldatot, 2

ml kb. 0,1%-os keményítőoldatot és végül 5 ml 0,025 M nátrium-tioszulfát-oldatot! Öntsünk a lombikba 5 ml 0,1 M hidrogén-peroxid-oldatot, és indítsuk el a stopperórát! A lombik tartalmát a kísérlet során keverni kell. Amikor az oldat megkékül, adjunk hozzá újabb 5 ml nátrium-tioszulfát-oldatot és jegyezzük fel a kékülésig eltelt időt. (A stopperórát ne állítsuk meg, az időt a kísérlet során folyamatosan mérjük!) Amikor a reakcióelegy megint kék lesz, adjunk hozzá újabb 5 ml nátrium-tioszulfát-oldatot, és jegyezzük fel a kékülés időpontját. Folytassuk a mérést addig, amíg mind az öt kimért nátrium-tioszulfát-oldat el nem fogy! A koncentrációk olyanok, hogy minden egyes tioszulfátadag elfogyása a hidrogén-peroxid egynyolcadának elbomlását jelenti. A mérési adatok alapján ábrázoljuk a még el nem bomlott hidrogén-peroxid mennyiségét a hozzá tartozó reakcióidő függvényében. A pontokra illesztett görbe mutatja, hogy általában milyen függvény szerint csökken a kiindulási anyag koncentrációja a reakció során. (A mérés időtartama kb. 10 perc.)

(Education in Chemistry.
1996/5. 132. oldal)



Kövesdi Dorottya

A vakok és a csökkentlátásúak kémia-tanítása

Anapság Magyarországon egyre több újfajta, új típusú iskola jelenik meg. Ezek az iskolák különböző pedagógiai irányzatokat képviselnek, szakítanak a „hagyományos” centralizált oktatási rendszerrel. Széles körben terjednek az angol-szász illetve német iskolatípusok. Megszületett az új Nemzeti Alaptanterv (NAT), amely kijelöli az elsajátítandó tananyagot, útmutatást ad a szak-

Új eljárás a daganatos sejtek elpusztítására: a fotodinamikus terápia. Az utóbbi évtizedben orvosi alkalmazása miatt kiemelt figyelmet kapott a fotodinamikus terápia, melynek során a beteg szervezetébe intravénásan bejuttatott fényérzékenyítő anyagot (pl. ftalocianinokat) a daganatos sejtekben történő felhalmozódása után lézerezéssel besugározva olyan biokémiai folyamatok indukálhatók, melyek a rákos sejtek pusztulását eredményezik. Az in vivo körülmények között megfigyelt fotoszenzibilizáció hatásmechanizmusa még pontosan nem ismert. Feltételezik, hogy a sejtpusztulást vagy a gerjesztett szenzibilizátorból képződő gyök, vagy a szenzibilizátor és a sejtben lévő oxigén reakciójában keletkező ún. szingulett oxigén, vagy a gerjesztett szenzibilizátor és az élő szövetekben in vivo képződő natív gyökök közötti reakció okozza.

(Magyar Kémiai Folyóirat. 1996/7. 312. oldal)

A KÉMcső az Interneten. A KLTE Kémiai Tanszékcsoportjának ötödik évfolyamába lépő tájékoztató kiadványa 1996 őszétől az Interneten is elérhető. Címe: <http://www.klte.hu/~tothz/kemcso.htm>.

tanároknak, akik ennek alapján és az adott iskola irányzatának megfelelően oktathatják a diákokat. A szülőknek, a gyerekeknek módjukban áll a számukra legmegfelelőbb és legszimpatikusabb iskolatípust kiválasztani, tulajdonképpen szabadon válogatni az egyre növekvő lehetőségek közül.

Sajnos, ebben a hatalmas választékban nem kapnak elegendő helyet, sőt alig kapnak helyet

a fogyatékos gyermekek. A NAT meglehetősen keveset foglalkozik az ő problémáikkal. Ezekre a problémákra pedig különös figyelmet kellene fordítani. A fogyatékoságnak sokféle fajtája, fokozata létezik, és ha nem is mindegyik, de közülük sok igényel különleges bánásmódot, tanítási módszert.

A következőkben a vakok és a csökkentlátásúak tanításával kapcsolatos nehézségeket és megoldási lehetőségeket próbálom bemutatni. Kémia szakos hallgatóként elsősorban a kémia oktatása érdekel, ami mint reál tárgy – szemben a humán tárgyakkal, amelyek többé-kevésbé verbális úton, vizuális élmények nélkül is elsajátíthatóak – szemléltetés nélkül nehezen érthető.

Tapasztalataimat a Vakok Általános Iskolájában gyűjtöttem, végighallgattam, illetve végignéztam néhány kémiaórát, megismerkedtem speciális szemléltetőeszközökkel, beszélgettem az igazgatóhelyetttel – aki az iskola néhány tanárához hasonlóan vak – és a kémiatanárnővel.

Miben különbözik a vak gyerekek tanulásmódja a látókétól?

A vak gyerekek számára nagyon sok olyan fogalom létezik, amely nehezen, esetleg egyáltalán nem értelmezhető. Matematikából nem fektetnek hangsúlyt a koordináta-rendszer megértésére, hiszen számukra ez feleslegesnek tűnik. Ezáltal azonban, érthetlenné válik például a földrajzoktatásban a földrajzi hosszúság vagy szélesség fogalma, kémiában az energiadiagramok és más hasonló, ily módon szemléltetett ismeret. Azok a tanulók, akik fogékonyabbak a matematikára, a kémiát is gyorsabban, biztosabban értik meg. Nagyon sok gyerek „csak” verbalizál, mindent bemagol, de nincs vizuális élménye, a tanultat hamar el is felejt.

Rendkívül fontos a vak gyerekek számára a szemléltetés: ha például a tanítás során a sivatagról esik szó – mivel a gyerekek ilyet soha nem láthattak –, el kell nekik magyarázni, hogy mi is a sivatag; néhány marék kezükbe adott homok segítségével és a klíma jellemzésével belső képük alakulhat ki róla. Tehát éppen ezért, mivel a szemléltetés sok időt vesz igénybe, az új ismeretnek viszonylag kevésnek kell lennie, a hangsúlyt az órai magyarázatokra kell fektetni. A vakírás (Braille-írás) olvasása fárasztó, sok gyerek lusta is ehhez, így az

órán kell rákényszeríteni őket a megértésre. Nincs értelme számukra a színeknek, nem lehet kémiai tulajdonságot így jellemezni, nem lehet utalni vizuális jelenségekre, hiszen nem tapasztalhattak ilyesmit.

Rendkívül gyakorlatias szemlélettel rendelkeznek, bármi ismeretlen felmerül, azt megmagyarázzák maguknak. Például, ha a szén-dioxidról azt tanulják, hogy nehezebb a levegőnél, és leül a borpincék alá, ahhoz nekik előbb el kell képzelni egy olyan helyiséget, ahová lefelé kell menni, és utána tudják elgondolni, hogy a szén-dioxid leül a pince alá.

Látható tehát, hogy a fogyatékos gyerekek oktatásához speciális tanárképzésre és nagy elhivatottságra van szükség. A leendő tanároknak előbb el kell végezniük a Gyógypedagógiai Főiskolát, majd az általuk tanított tárgyra szakosodniuk kell, hogy szaktanárként oktathassanak. Ez a szakosodás az esetek túlnyomó részében humán jellegű, a reál tárgyak oktatása nagyobb gondot és problémát jelent, kevés tanár meri vállalni ezt a feladatot.

Tanulás a vakok iskolájában

A Vakok Általános Iskolájában a kémiaóra és minden óra kezdetét és végét – a látó iskolákhoz hasonlóan – csöngetés jelzi. A tanár beléptére a diákok felállnak, a hetes jelent, elmondja a létszámot, a hiányzók nevét. A tanár, amikor belép az osztályterembe, hangosan köszön, ha helyettesít, akkor be is mutatkozik. Az osztálylétszám alacsony, 7–10 fő tanul egy teremben. Minden gyereknek saját asztala, szekrénye és vakírógépe van. Az osztályterem falán vakírással is olvasható képek vannak. A kémiát már tanuló (7., 8. osztályos gyerekek) osztályok termeinek falán vakírással jelölt periódusos rendszer is található (erről később a szemléltetési eszközöknél lesz szó). A gyerekek az óráközi szünetekben egymásba karolva az iskola folyosóján sétálnak, beszélgetnek és hallgatják az iskolarádió műsorát.

A kémia oktatásának alapja a normál tantervű általános iskolák kémia tankönyve. Ez a tankönyv vakírással formában minden gyerek rendelkezésére áll. Létezik hanganyagos formában is, maguk a diákok vitték számítógépre a tankönyv anyagát, így a nehezebben olvasók is könnyedén elsajátíthatják a tanulnivalót gépi hang segítségével.

Egy kémiaóra menete

Egy kémiaóra a házi feladat számonkérésével kezdődik. A gyerekek a házi feladatot vakírással írják meg. A megoldást mindenki felolvassa, a tanárnő minden feladatot kijavít. A példák száma kevés, általában 2–3, ez elegendő mennyiség a tudás ellenőrzésére, de nem túl sok ahhoz, hogy el tudják készíteni őket. A feladatok elkészítése sokkal több időt igényel, mint a látó gyerekeknél. Fontos kihangsúlyozni, hogy nem szellemileg gyengébbek, hanem a vizuális élmények hiánya más fogalmi gondolkodást eredményez, ez pedig lassúbb megértést tesz számukra lehetővé. Csak azután haladnak tovább, miután a tanárnő megbizonyosodott arról, hogy minden gyerek megértette a házi feladat problémáit; ez akár 15 percet is igénybe vehet az órából (az órák időtartama a látó iskolákhoz hasonlóan 45 perc).

Az óra hátralevő részében kerül ismertetésre a tananyag. Az egy órára szánt új ismeret kevés a speciális módszerek és szemléltetés miatt. A gyerekek a tananyagot vagy követik a tankönyvben, vagy jegyzetelik az írógéppel. Ha az elhangzottakat le kell írni, azt a tanárnő jelzi, ilyenkor minden gyerek tiszta lapot fűz a gépbe és bámulatos gyorsasággal gépelni kezd. Az óra az újonnan tanult visszakerdezésével és a házi feladat lediktálásával zárul. A házi feladat megírása általában közösen történik a délutáni foglalkozásokon, ahol a gyengébbeknek a jobb tanulók segítenek.

Speciális szemléltetési módszerek

A kémia tananyag semmiben nem különbözik a látó iskolák tananyagától, a különbség a tanítási módszerekben van. A tanítási módszerek és eszközök nagy részét a kémia-tanárnő fejlesztette ki, speciálisan a vakok számára (a kémiatanárnő nem képzett gyógypedagógus, sokáig látó iskolában tanított).

A fő hangsúly a szemléltetésben a tapintásé. A gyerekek ujjukkal olvasnak és az ujjukkal látnak, mindent letapogatnak, megfognak. Már az óvodában megtanulják a különböző tárgyakat, élelmiszereket, anyagokat tapintásról felismerni. Az alak és a felszín alapján általános iskolában már tökéletes a felismerés. Alsó tagozatban háztartási alapismeretek nevű tárgyból főzni is megtanulnak.

Mire a kémia oktatása elkezdődik, a különböző anyagok megkülönböztetésével nagyjából tisztában vannak. A kémia tanítása során lehet ezekre az ismeretekre építeni. Például a víz folyik, szagtalan, ismert sűrűségű, a kénsav pedig olajszerű, sűrű és maró hatású. A magyarázatok kapcsán hangsúlyozott a hasonlatok alkalmazása; persze csak olyasmire lehet hasonlítani, amit éreznek, vagy kezükkel látnak.

Kémiai kísérletek csak minimális mennyiségben szerepelnek a tananyagban. Égetési kísérleteket, amelyeket erős fényjelenség kísér, esetleg fényre érzékeny szemű gyerekeknek be lehet mutatni. Akik ennyire sem látnak, azoknál a kísérletek a hideg-meleg érzetre, illetve szagokra támaszkodnak, ez viszont kis számú kísérlet bemutatását teszi lehetővé.

Az órai szemléltetések során – mint már említettem – az egyik legfontosabb szerepe a tapintásnak van. A tanárnő a saját fejlesztésű és a tanszerboltokban megvásárolható eszközöket egyaránt használja.

Az osztályterem falán lógó térbeli periódusos rendszer saját ötlete. Ez egy rövidített periódusos rendszer, ahol az elemeket kis fakockák jelölik, a fakockákon a Braille-abc-nek megfelelő betűkkel vannak feltüntetve az elemek vegyjelei. A főcsoportok és a periódusok száma szintén a vakírásnak megfelelő számozást kapott. A gyerekek a kockákat megtapogathatják, ezáltal leolvashatják az elemek nevét és periódusos rendszerbeli helyzetét.

Az atomok közti kötések bemutatását a látó iskolákban használatos pálcikamodellek segítik, amelyek azonban náluk sokkal nagyobb hangsúlyt kapnak a szemléltetésben. Fontos az atomokat összekötő pálcikák hossza és görbülete, hiszen számukra ennek van igazán információértéke.

Egy másik, a tanárnő által kitalált eszköz szintén fából készült, háromszög alapú testcskékből áll, melyeken a Braille-írást lehetővé tevő 12 (3x4) lyuk található. A tanárnő utasítására a gyerekek a kívánt elem vegyjelét szögekkel rakhatják ki. Maguk a kis kockák egy nagyobb fatáblába illeszthetők, ezáltal molekulák, vegyületek ábrázolhatók.

Az atomokból molekulák szerkesztésére egy másik ötletes lehetőség is szolgál: kis parafa korongok, melyeknek egyik fele különböző színű filc anyaggal van bevonva, ez jelzi a tanárnő számára, hogy mely atomról van szó;

másik felén szögecskék jelzik a gyerekek számára a vegyjelet. A parafa korongokba szúrható tűk segítségével akár hosszú szénlánc, vagy bármilyen kötésszög létrehozható. Ezek a modellek tapinthatóak, térbeliek, így segítségükkel könnyen elképzelhetőek még a bonyolult molekulák is.

A kovalens kötés szemléltetése a gyerekek játékával is történhet, bárki lehet akár vízmolekula is. A tanár nő ilyenkor elmagyarázza, hogy melyik testrészt a molekulának melyik részét jelképezi. A tanuló feje az oxigénatom, fejére tett csákó a két nemkötő elektronpár, V alakban tartott karjai, mint kötő elektronpárok kötik a hidrogénatomokat jelképező kézfejeket. A dipólus elmagyarázásánál a tanár nő is részt vesz a játékban: egy karkötőt mozgat a gyerek kezén a nagyobb elektronvonzó képesesebb atom felé.

Sok gyerek egymás kezét fogva egyszeres kötésekkel egymáshoz kapcsolódó szénatomokat jelképezhet. Egy etánmolekula is létrejöhet csupán két gyerek által, ha mindkét kezét fogják egymásnak, kettős kötést hozhatnak létre. Hármaskötésben azonban már a jobb láb is részt vesz.

Az atomszerkezet szemléltetésére szintén saját találmány szolgál. Az atomot egy égetett agyagkorong jelképezi, melynek közepén egy kis agyaggyaló jelenti az atommagot. A korongon koncentrikus vágatok vannak, ezekben lyukacsok, mégpedig annyi, ahány elektron egy elektronhéjon lehet. A gyerekek ezekbe a lyukakba helyezik bele a kívánt atomnak vagy töltéssel rendelkező ionnak megfelelő számú „elektron”.

A gyerekeknek vakírásos számológépük nincs, számolásra a jól bevált tologató számológépet használják. Nagyon gyorsan tudnak ezzel számolni, de sajnos csak az alapműveletek elvégzésére alkalmas. Sok rendkívül jó képességű, jó matekos gyerek van, akik fejben kitűnően számolnak. A tanulók a matematikai képleteket, vagy éppen a tömegszázalék jelét betűről betűre írják le, folytonos írással. A kémiai képleteket is folyamatosan írják, nem vegyjelel, nincs alsó, felső index, bár a Braille-abc lehetőséget nyújtana erre, de ez kevésbé lenne érthető számukra. Tudják jelölni a hányadost, a százalékot, de ilyenkor külön fel kell hívni rá a figyelmüket, hogy ezt tegyék.

A szemléltetési példákból is látszik, hogy mennyire időigényes egy-egy téma elsajátítása, és mennyire szakszerű, speciális oktatást igényel.

A számonkérés

Számonkérés minden óra elején van a házi feladatból. Gyakran írnak dolgozatot, és még gyakrabban felelnek szóban. A dolgozatban csak néhány kérdés szerepel, hogy legyen elég idejük megválaszolni őket. A tanulók vakírásal írják a dolgozatot, és mivel a tanár nő nem tudja olvasni a vakírást, egymásét javítják ki. A felmerült hibáknál rögtön szólnak és közösen megbeszélik a problémákat.

Fellettetés során a kérdésekre akár közösen is válaszolhatnak, minden egyes jó választ azonnal díjaz a tanár nő. Így érhető el az, hogy a gyerekek szívesebben hozzászólnak az órához, érdeklődnek. Passzívan egyik gyerek sem ülhet az órán, a tanár nő mindenkit felszólít, és csak akkor haladnak tovább az anyaggal, ha mindenki előtt világosak az elhangzottak.

Lehetőségek és remények

Számos tehetséges gyerek van a vakok között, akik szeretnének továbbtanulni.

A Kós Károly Gimnáziumnak működik egy vakok számára létrehozott tagozata, de a továbbtanulni vágyók inkább a normál gimnáziumokat részesítik előnyben (Toldy, Piarista, Radnóti). Például az iskola egy volt tanulója jelenleg jeles kémia tanuló egy látó gimnáziumban és kémiatanárnak készül.

Mivel sokan ilyen, látó iskolákban tanulnak tovább, szükséges, hogy már az általános iskolában megtanulják a Braille-írást mellett a – domborított – normál írást olvasását is.

Az oktatás színvonalának fejlesztését sajnos pénzügyi okok gátolják. A számítógépek szélesebb körű alkalmazása sok segítséget jelenthetne a tanításban, tanulásban. További speciális taneszközök kifejlesztésére is több anyagi forrásra lenne szükség.

Véleményem szerint a hátrányos helyzet, a társadalom közömbössége és a szűkös anyagi források ellenére az iskola a maga speciális módszereivel és tanárainak odaadott munkájával lehetőséget biztosít arra, hogy a vak gyerekek a látókéhoz hasonló tudást megszerezzhessék.

Külön elismerés illeti dr. Batiz Gézanét, a kémiatanár nőt, aki a szemléltetési eszközöket kifejlesztette, és akinek köszönettel tartozom a tanulmányom elkészítéséhez nyújtott segítségért.

Dr. Halász János–Tamási Anikó–Varga Judit

Katalizátorok a környezetvédelemben I.

Gépkocsikatalizátorok

Napjainkban egyre több országban írják elő törvényekkel és rendeletekkel a környezet, és így a levegő minőségének javítását. Ezek a jogszabályok nemcsak a különböző – ipari, közlekedési, hőerőművi, stb. – források által kibocsátható szennyezési határértékeket határozzák meg, de előírják az ellenőrzés módszereit is, továbbá, mint azt az 1990-es, az Egyesült Államokra vonatkozó „Clean Air Act” (azaz: Tiszta Levegő Törvény) rendelkezései között olvashatjuk, részletesen megadják az elkövetkező 15–20 esztendőben bevezetendő előírásokat. Ezt azért kell szabályozni, hogy az ipar felkészülhessen olyan termékek előállítására, vagy eljárások kifejlesztésére, melyekkel az egyre szigorodó feltételeket kielégíthetik [1].

Ezek a komoly követelmények várhatóan erőteljesen növelik a környezetvédelmi katalizátorok iránti igényt, ami most is igen jelentős, hiszen 1995-ben több mint egyharmadát jelentette az Egyesült Államok 2,4 milliárd dolláros katalizátor kereskedelmének. A növekedés nagy részét azok az új, vagy továbbfejlesztett termékek jelenthetik, amelyek révén csökkenthető a levegőbe kerülő káros anyagok mennyisége, azaz a **szén-monoxid**, az **illékony szerves vegyületek** (**Volatile Organic Compounds**), a **nitrogén-oxidok**, melyek a VOC vegyületekkel fotokémiai reakcióba lépve növelik az alacsony légköri ózonszennyezést és részt vesznek a savas esők kialakulásában, valamint a **szilárd részecskék** (korom vagy aeroszolok). A korábban említett törvényi rendelkezés összességében 179 toxikus légszennyező anyagra állapít meg kibocsátási határértéket, és mellékletként megadja a meghatározás legfontosabb paramétereit is.

Hasonló kibocsátási előírásokat tartalmaz az 1993-ban Magyarországon kiadott „A környe-

zeti levegő tisztasági követelményei” című szabvány [2], azonban a határértékek meghatározási módszereinek leírását még nem adja meg. Mindehhez hozzátehetjük, hogy a mérésekhez szükséges műszerpark sem áll mindenütt rendelkezésre, illetve a szennyezéscsökkentési technológiák bevezetésének anyagi fedezete sem biztosított.

Az egyes szennyezőkomponensek eredetét elemezve megállapítható, hogy a **szén-monoxid** a fosszilis tüzelőanyagok nem tökéletes égésének a terméke, a **VOC** forrása az energiatermelés mellett nemcsak igen sok ipari folyamat, hanem bizonyos termékek – így festékek, lakkok, kozmetikumok, tűzoltószerek, hűtőfolyadékok – felhasználásakor is jelentkezik. A **nitrogén-oxidok** (döntően **NO** és **NO₂**) a hőerőművekben és a belsőégésű motorokban **N₂** és **O₂** közötti reakcióban képződnek [3] **1500 °C** fölötti hőmérsékleten (a hőerőművek égésterének csúcs-hőmérséklete **2500 °C**-ot is elérheti), vagy a **nitrogén-tartalmú** tüzelőanyagok égésekor keletkeznek, de bizonyos vegyipari technológiák is lehetnek a kibocsátók. A **szilárd szennyeződések** (vagy egyszerűen: korom) igen széles körből eredhetnek, de elsődleges forrásoknak a **dízel-motorok**, a **széntüzelésű kazánok** és **erőművek** tekinthetők. **Dízel-üzemű járműveknél** gondot főként a **nitrogén-oxidok**, valamint a **korom** jelentenek.

Az 1. táblázat a kezeletlen gépkocsi-kipufogógázok átlagos összetételét mutatja be.

A környezetvédelmi katalízis szempontjából más kategóriába tartoznak a **kén-oxidjai** – melyek a **kén-tartalmú** tüzelőanyagok égésekor kerülnek a levegőbe és szintén hozzájárulnak a savas esők kialakulásához – mert ezek eltávolítása elsődlegesen nemkatalitikus módszerekkel érhető el.

Komponens	Otto-motorok	Dízelmotorok	Hatás
nitrogén	74–77 tf%	76–78 tf%	nem mérgező
oxigén	0,1–3 tf%	2–14 tf%	
szén-dioxid	5–12 tf%	6–12 tf%	
vízgőz	3–6 tf%	0,5–6 tf%	
hidrogén	1500–2500 ppm	20–500 ppm	
szén-monoxid	0,5–10 tf%	100–2000 ppm	mérgező környezet- károsító
szénhidrogének	100–10000 ppm	10–500 ppm	
nitrogén-oxidok	50–2000 ppm	800–5000 ppm	
kén-dioxid	0–10 ppm	100–1000 ppm	
aldehidek	0–200 ppm	0–50 ppm	
korom (füstsűrűség)	0–2 mg/m ³	10–1100 mg/m ³	
pol ciklusos aromások	0–10 mg/m ³	10–20 mg/m ³	rákeltő

1. táblázat

Gépjárművek tipikus kipufogógáz összetétele

A katalizátorok szerepe a levegő tisztaságának védelmében

Katalizátorokat a gyakorlatban 1975-től használnak a gépkocsik káros kibocsátásainak csökkentésére, de bizonyos ipari véggázok katalitikus kezelésére már a 40-es évekből találhatunk példákat. Napjainkban az újabb rendelkezések a katalizátorok egyre szélesebb körű alkalmazását és egyre hatásosabb katalizátorok kifejlesztését sürgetik [4]. Példaként érdemes bemutatni néhány új előírást:

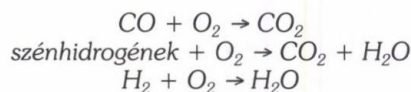
- (1) a benzinüzemű gépkocsikban használatos konverterek katalizátorainak „élettartamát” 160 000 km-re (100 000 mérföld) kell növelni a jelenlegi 80 000 km helyett, a káros kibocsátások jelentősen csökkentése mellett;
- (2) a Dízel-üzemű gépjárművekbe (személy- és tehérgépkocsik, autóbuszok) olyan „utókezelő” egységeket kell beépíteni, amelyek koromszűrésre és a nitrogén-oxidok katalitikus redukciójára is alkalmasak;
- (3) a közlekedési szennyezések csökkentése új típusú – elsősorban oxigéntartalmú – motorhajtóanyagok bevezetése révén, ami a kőolaj-feldolgozásban új kémiai, elsősorban katalitikus technológiák bevezetését igényli.

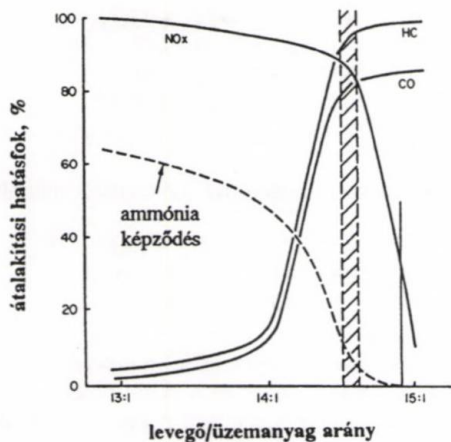
Az Egyesült Államokban és az Európai Unió országaiban 1996 után gyártandó gépkocsik vonatkozásában nemcsak a 160 ezer kilométerig üzemképes katalizátorok beépítését írják elő, hanem a nem-metán szénhidrogén (NMHC)

emissziót 0,08 g/km-re (korábbi: 0,25 g/km), a CO-kibocsátást 1 g/km-re (korábbi: 2 g/km), míg a nitrogén-oxid emissziót 0,125 g/km-re (korábbi: 0,625 g/km) kell csökkenteni. A kaliforniai szabályzás ennél is szigorúbb előírásokat tartalmaz, így az NMHC-kibocsátás a forgalomban lévő gépkocsik 96%-nál maximálisan 0,05 g/km lehet 2000-ben. A tervek szerint 2003-ban a gépjárművek 15%-ánál ez a kibocsátás nem érheti el a 0,025 g/km-t, míg a gépjárműállomány 10%-a egyáltalán nem bocsáthatna ki ilyen jellegű szennyeződést.

A benzinüzemű gépjárművek (Otto-motorok) által okozott emisszió csökkentése

A gépjárművek kipufogógázai által okozott légszennyezés csökkentésére katalitikus konvertereket építenek be a kipufogó-rendszerbe, melyeken az összes távozó gáz áthalad. A szikragyújtású Otto-motorral működő benzinüzemű gépkocsik esetében az oxidációs katalizátorokat tartalmazó konvertereket 1975-ben kezdték alkalmazni, az 1970-es környezetvédelmi törvények előírásait követve. Ezekben a CO és a nem tökéletes égés következtében megmaradó szénhidrogének katalitikusan szén-dioxiddá és vízzé alakíthatók. A katalizátoron a következő jellemző reakciók játszódhatnak le [5]:





1. ábra

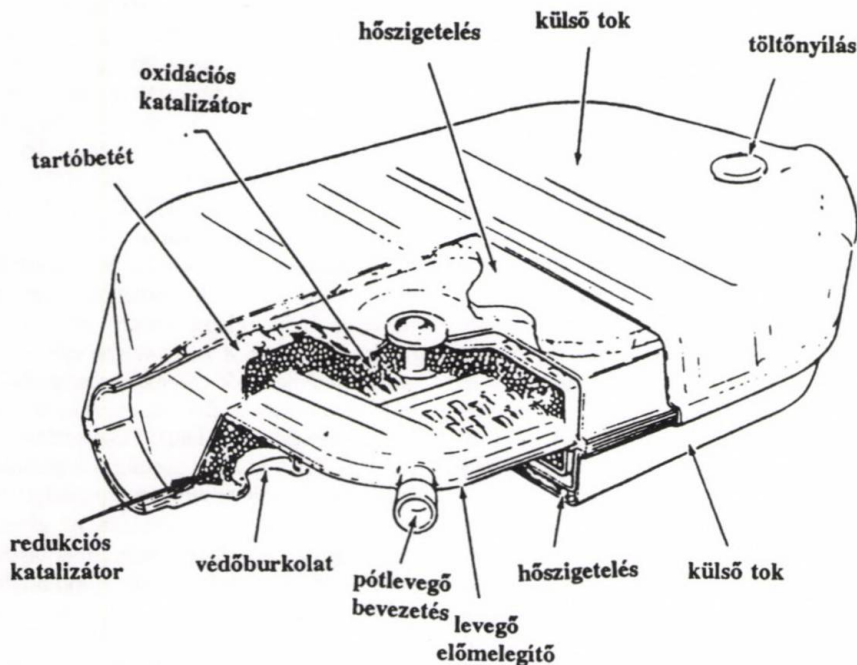
A háromutas katalizátorok hatékonyságának függése a levegő/benzin aránytól

Az egyszerű oxidációs konverterek nem alkalmasak a nitrogén-oxid emisszió csökkentésére, erre a célra elsőként 1977-től a „kétkonverteres” megoldásokat alkalmazták, melyek az NO_x redukcióját egy külön katalizátorágyban oldották meg, redukáló ágensként a dús keverékből képződő CO és H₂ szolgált [6]. A rendszer igen pontos keverékarány beállítást igényelt, amit a kipu-

fogóvezetékbe épített oxigénszenzorok által szolgáltatott adatokat felhasználó bonyolult elektronikus folyamatszabályozó egység vezérelt.

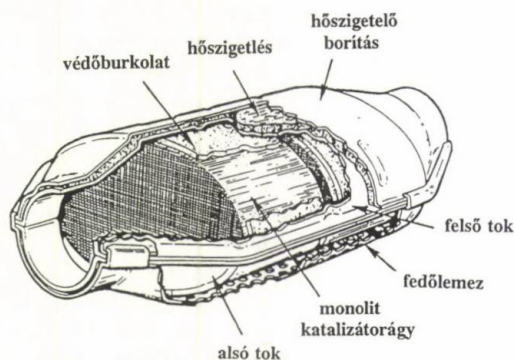
Az úgynevezett „háromutas” katalitikus konvertereket széles körben 1981-től kezdődően alkalmazták, elsődlegesen azért, hogy elegendő legyen a maximálisan engedélyezett 0,6 g/km³ nitrogén-oxid kibocsátási követelménynek [7]. A háromutas katalizátor feladata az oxidációs reakciók és a nitrogén-oxidok párhuzamos redukciójának katalizálása, azaz a három (fő)szennyező komponens egyidejű átalakítása. 1981-től ilyen konvertereket építenek be az Egyesült Államokban gyártott minden gépkocsiba, de 1985-től ezt az előírást kiterjesztették a Nyugat-Európában és Japánban működő autógyárak modelljeire is.

A háromutas katalizátorok az oxidációs reakciókon túl a nitrogén-oxidok nitrogénné végbeménő redukcióját is elősegítik. A legfontosabb paraméter a két reakció párhuzamos reakciójának lejárásában a levegő/benzin keverékarány. Stöchiometrikus arány esetén (ez az érték kb. 14,6) mindkét reakció 80% fölötti konverzióval megy végbe, míg több levegő jelenlétében (szegény keverék) az NO_x-redukció meredeken csökken, több üzemanyag adagolása (dús keverék) pedig az oxidációs reakciók hatásfokát csökkenti; ezt a hatást mutatja az 1. ábra. A konverziók ala-



2. ábra

A kétkonverteres állóágyas berendezés



3 ábra

A háromutas konverter kialakítása

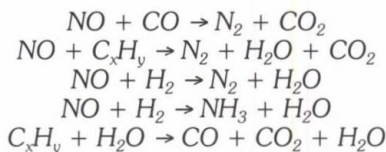
kulása alapján ezt a viszonyt *I-görbének* is szokás nevezni, és jól látható a 14,6-os aránynál elérhető kedvező hatások; a jelenlegi fejlesztések célja éppen ennek a viszonylag szűk „ablaknak” a minél szélesebbre történő nyitása.

A két konvertert alkalmazó megoldásoknál a gyakorlatban a 2. ábrán látható állóágyas berendezéseket használták, a 3–5 mm átmérőjű, gömb alakú $\text{g-Al}_2\text{O}_3$ szemcsékre vitték fel a platinafém katalizátorokat. A bonyolult áramlási és kedvezőtlen hőátadási viszonyok következtében – a keverékarány elektronikus szabályzásának igényével megtévezve – ezek a berendezések gazdaságtalannak bizonyultak, és néhány év alatt felváltották őket a háromutas konverterek.

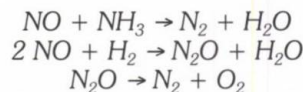
A napjaink korszerű megoldását jelentő berendezések esetében a katalitikus hatású komponenseket (Pt, Rh, Pd) általában kerámiából készített monolitvázon rögzített hordozóra viszik föl, a konverter hasznos térfogata általában megegyezik a motor hengerűrtartalmával; a technikai kialakítást a 3. ábra mutatja.

A hőálló kordierit alapanyagból készített monolit váz, melynek lehetséges szerkezetét mutatja a 4. ábra, négyzetcentiméterenként 50–75 négy- vagy hatszögletű csatornát tartalmaz, a felületre viszik fel nedves eljárással a $\text{g-Al}_2\text{O}_3$ hordozót, egyenletes átmérőjű, igen vékony rétegben, és erre kerül a nagy diszperzitású nemesfém; az elrendezést nagytítva mutatja a 4. ábra.

A korábbiakban elmondottak szerint a háromutas katalizátorok közel sztöchiometrikus levegő/üzemanyag keverékaránynál működnek hatásosan akkor, ha a kipufogógáz hőmérséklete 400–600 °C között van. Ilyen körülmények mellett a következő reakciók lejátézkodásával számolhatunk [7]:



Kis valószínűséggel továbbá lejátézkodhatnak a



reakciók is.

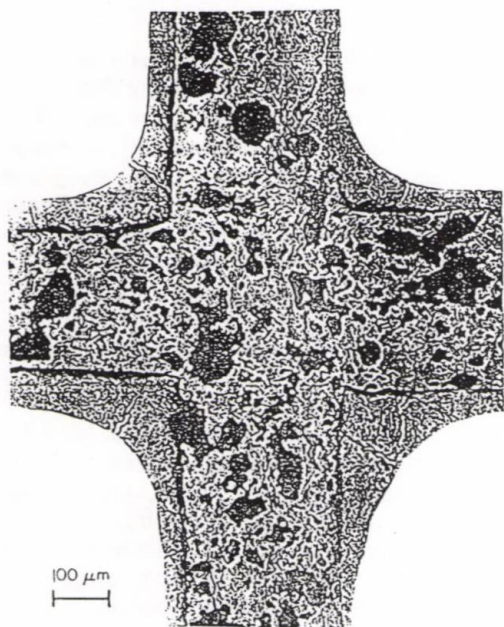
A környezet szempontjából megfelelő végtermékek a nitrogén, a víz és a szén-dioxid. A kutató/fejlesztő munka egyik célja éppen a katalizátorok szelektivitásának növelése, ami szükségessé teszi a lejátézkodó reakciók mechanizmusának, illetve a felületi centrumok szerepének felderítését is, és talán ez az alapkutatásának minősíthető munka vezet el az optimális megoldáshoz.

A katalizátor aktív komponensei

A háromutas katalizátorok aktív komponenseit tekintve kiemelkedő jelentőségű az NO nitrogénné végbemenő redukcióját promotáló **ródium**, melyből egy-egy berendezés mindössze 0,18–0,30 g mennyiséget tartalmaz. Oxidációs katalizátorként a ródium közel olyan aktív mint a Pt vagy a Pd, azonban a bányászott mennyisége kb. tízeze a platinának és százada a palládiumnak (ez az arány az árákban is megnyilvánul), így az önmagában történő használata nem jöhet szóba. További hátránya, hogy csak meghatározott hőmérséklettartományban hatásos, 600 °C fölött ugyanis aktivitása jelentősen csökken.

A **platina** a háromutas katalizátorok CO és szénhidrogén oxidációs aktivitását biztosítja, különösen a hidegindítást követő felmelegedési szakaszban, amikor a konverterbe érkező kipufogógázba segédlevegőt vezetnek, azaz tipikus oxidációs katalizátorként működik, és ezt az aktivitását magas hőmérsékleten is kifejti. A konverterek Pt tartalma 0,9–2,3 g között változik; a katalizátorgyártók igyekeznek csökkenteni a mennyiséget, mert napjainkban még nincs megoldva az elhasználdott konverterek nemesfém-tartalmának visszanyerése. A Pt azonban csak igen szűk tartományban képes a NO_x redukciójára, ezért önmagában nem alkalmazható háromutas katalizátorként.

A **palládium** a platinahoz hasonlóan viselkedik, de a megfelelő mértékű átalakításhoz nagyobb mennyiség jelenléte szükséges, ez elérhe-



4. ábra

Monolitvázra vitt katalizátor

ti konverterenként a 10 g-ot is, és a Pd nagyon érzékeny a reakciókörülményekre. A Pd azonban a többi platinafémhez képest olcsó, ezért napjaink egyik feladata a megfelelő hatással rendelkező Pd bázisú katalizátor kifejlesztése.

A katalitikus konverter kémiai fejlesztése nemcsak a szoros értelemben vett katalizátorra, hanem a hordozóra is kiterjed. Eme kutatások elsődleges célja olyan aktív felületek kialakítása melyek nagyobb mennyiségű katalizátorméreggel szemben is ellenálló, valamint a nemesfém-komponensek lehető legnagyobb mértékű diszperzítását teszik lehetővé annak elősegítésére, hogy a kipufogógáz molekulái könnyen odajuthassanak az aktív helyekhez [8].

Az alumínium-oxid alapú hordozó tulajdonságainak javítására különböző fém-oxidok – elsősorban: bárium-, cérium- és lantán-oxid – látszanak olyannak, mint amelyek promotorként növelhetik a rendszer katalitikus aktivitását, elsősorban a nemesfém komponensek diszperziójának stabilizálása révén. A hordozó/katalizátor rendszer optimalizálását nagyban elősegítheti a konverter számítógépes irányításának és az új típusú motorhajtóanyagoknak a bevezetése, melyek a kipufogógázok várható összetételét egyértelművé tehetik.

A háromutas katalizátorok problémái és megoldási lehetőségei

A ma használatos katalitikus átalakítók a hidegindítás utáni századik másodperc elteltéig nem érik el a minimális működési hőmérsékletet. Ennek az a hátránya, hogy a melegedési időszakban a füstgázban fokozott mértékben jelenlévő CO és a szénhidrogének gyakorlatilag változatlanul haladnak át a rendszeren, azaz éppen a szennyezés szempontjából legkritikusabb periódusban a konverter hatástalan. Az új típusú konverterek fejlesztésénél a cél az, hogy ezek minél „gyorsabban” dolgozzanak, rövidítve a hidegperiódus hatását, csökkentve a CO- és a szénhidrogén-kibocsátást. A kutatás széleskörű, kiterjed nemcsak az alacsony hőmérsékleten működő katalizátorok fejlesztésére, hanem a katalizátor elektromos előmelegítésére, a motor és konverter minél közelebbi elhelyezésére, „indító”-katalizátorok alkalmazására, vagy a szénhidrogéneknek a működési hőmérséklet eléréséig tartó ideiglenes adszorpciók megkötésére is.

A **katalizátorrendszer elektromos előmelegítése** csak úgy valósítható meg, ha a kerámia alapváz helyett valamilyen, kb. 1000 °C hőmérsékletig stabilis fémvázra viszik fel a hordozót és a nemesfémeket. Így az akkumulátorról működtetett ellenállás-fűtőrendszer a gépkocsi indítása előtt vagy aközben melegítheti fel a katalizátorágyat a szükséges hőmérsékletre. Jóllehet napjainkban két új eljárást is szabadalmaztattak, amelyek a hidegindítási szénhidrogén-emisszió tekintetében eleget tesznek a környezetvédelmi előírásoknak, azonban ezek a konverterek 4–5 kW többletteljesítményt igényelnek, és nincs kísérleti tapasztalat arra, hogy a sokszor ismételt felmelegítés hatására az alapváz mennyire képes stabilan megtartani az alumínium-oxid hordozót. Japán és amerikai (Corning) kerámiagyártó cégek, egymástól függetlenül olyan rendszert fejlesztettek ki, amelyben egy fűthető fémszítát, mint „*előkatalizátort*” helyeznek el a normál katalizátor elé, azaz elektromosan előmelegítik (és részben át is alakítják) a konverterbe belépő kipufogógázt [9]. Ezek a megoldások azonban jelenleg még csak kísérleti stádiumban vannak.

A **katalitikus konverter elhelyezése** is elősegítheti a gyorsabb felmelegedést akkor, ha ezt az egységet közvetlenül a motorblokk mellé építik be. Ez a megoldás azonban azt eredményezi, hogy a katalizátor tartósan 950–1000 °C körüli hőmérsékletnek van kitéve, ami az élettartamot jelentősen csökkentheti. 1991-ben a Johnson

Matthey Corp. kutatócsoportja megállapította, hogy a platina-ródium katalizátor termikus stabilitása a 780–960 °C hőmérséklettartományban sokkal jobb, mint a palládium/ródium katalizátoré [10]. Ez utóbbi alkalmazásánál azonban azt tapasztalták, hogy növelve a palládium viszonylagos mennyiségét, közel olyan tulajdonságú katalizátor nyerhető, mint a lényegesen drágább Pt/Rh. A vezető katalizátorgyártó cégek a hőálló hordozók fejlesztését is alapvető célnak tekintik, és lantan-, bárium- és cérium-oxid adagolásával próbálják stabilizálni az alumínium-oxid hordozót, megakadályozva a szemcsék összesülését (illetve annak a-Al₂O₃-dá történő átalakulását) és ezáltal a hatásos felület csökkenését.

Egy másik lehetőség, amit szintén gyakran alkalmaznak, a kipufogóblokkba épített **indító-katalizátor**, kapcsolódva a szokásos konverterhez. A Ford Motor Co. vizsgálatai szerint a konvencionális konverterhez kapcsolt, fűthető *minikatalizátor-egység* kiváló hatásfokkal működik a hidegindítási periódusban a CO- és a szénhidrogén-emisszió csökkentésében [11].

A **szénhidrogén-tárolás** azáltal valósítható meg, hogy a gázáramba egy olyan adszorpciós egységet építenek be, ami megakadályozza, hogy a szénhidrogének belépjenek a konverterbe addig, amíg az el nem érte az üzemi hőmérsékletet. A Toyota Rt. 1991-ben szabadalmaztatott egy eljárást, melyben adszorbensként zeolitot, nevezetesen mordenitet használ [12]. A katalizátorgyártó cégek ezt követően sorra jelentetik meg eljárásaikat, különböző zeolitadszorbeneket használatát ajánlva.

A legfontosabb fejlesztési irányok

A konverterek vonatkozásában napjaink 160 000 km-es előírt használhatóságának kulcskérdése a **katalizátor élettartama**. Az ólommentes benzinen történő teljes áttérés – ott, ahol ez megvalósult (például az Egyesült Államokban) megszüntette a katalizátorok ólom általi mérgezésének veszélyét. Az üzemanyagok és a motorolajok egyéb szennyezései azonban most is problémát jelentenek, ezek közül elsősorban a foszfort, a cinket és a ként kell említenünk. A foszfor- és cinkvegyületek, mint például a kenőolajokban előforduló cink-dialkil-ditiofoszfát kopásgátló adalék csökkenti a katalizátor aktivitását, mert a felületre amorf „mázként” rakódva meggátolja, hogy a a kipufogógáz molekulái eljussanak az aktív centrumokhoz. A foszfor-lerakódás részlegesen csökkenthető a motorolajban savmegkötő ada-

lékként használt alkáliföldfémek mennyiségének növelésével.

Jóllehet a kopogásgátlóként használt mangán-metilciklopentadienil-trikarbonil (MMT) forgalmazását jó néhány területen nem engedélyezik (például az Egyesült Államokban), de másutt igen, ezért érdekes lehet az, hogy mi a vegyület hatása a katalitikus aktivitásra. A Ford Motor Co. vizsgálatai szerint az MMT jelentősen csökkenti az aktivitást azáltal, hogy elzárja a hordozó pórusait [13]. Ez a tanulmány azt is bizonyította, hogy még igen kis mennyiségű MMT is jelentősen csökkenti a katalizátor élettartamát és ezért ismételtelen elutasították az alkalmazására benyújtott kérvényeket.

Ha a konvertereket a motorblokk közelébe helyezik el, akkor a magasabb működési hőmérséklet hatására növekedhet az NO_x-emisszió, mivel a nitrogén-oxid redukció hatásfoka a hőmérséklet emelkedésével csökken. Ha a hőmérséklet meghaladja a 800 °C-ot (ez történik az úgynevezett „motorblokk-konverterek” esetén), a háromutas katalizátorok elsődleges nitrogén-oxid redukáló katalizátorkomponense, a ródium hajlamossá válik arra, hogy reakcióba lépjen a hordozóval és így elveszítse az aktivitását (ehhez járul még a korábban említett szegregáció is). A cérium-oxid és különféle egyéb fém-oxidok adalékolásával a ródium és a hordozó közötti kölcsönhatás csökkenthető. Azok a kutatások, amelyek eme probléma megoldását tekintik feladatuknak, jelenleg is kiterjedten folynak [14], de az igazi megoldás még várat magára.

Az üzemanyag-takarékosság jegyében a motorgyártók igyekeznek növelni a keverékarányt a sztöchiometrikus 14,6-ról egészen 18–21-ig. Ezzel kapcsolatos környezetvédelmi probléma az, hogy a szokásos háromutas katalizátorok nem képesek a nitrogén-oxidok redukciójára oxidatív atmoszférában, ami a „szegény” keverék kipufogógázát jellemzi. Hosszú ideje folynak azok a kutatások, melyek célja oxidatív atmoszférában hatásosan működő nitrogén-oxid redukáló katalizátor kifejlesztése. Ezeket a katalizátorokat „szegény nitrogén-oxid redukációs katalizátorok”-nak nevezik, utalva az üzemanyagban szegény keverékre.

Az úttörő munkát ezen a téren a Toyota cég megbízásából Iwamoto és munkatársai folytatták Nagaszakiban [15], és 1981-ben rájöttek arra, hogy bizonyos réztartalmú zeolitkatalizátoron, nevezetesen Cu-ZSM-5-ön az NO és az NO₂ fősúlyos oxigén jelenlétében is nitrogénné és oxigénné alakítható. További vizsgálataik során Iwamoto kutatócsoportja megállapította, hogy

ezt a katalizátort a kén-dioxid erősen mérgezi, propán vagy más olefin, mint redukáló ágens (szintén fölös oxigén jelenlétében) növeli a nitrogén-oxidok átalakulását és csökkenti a kén-dioxid érzékenységet [16]. Azonban a katalizátor hatékonysága csökken, sőt irreverzibilisen meg is szűnik vízgőz jelenlétében, ami viszont mindig jelen van a kipufogógázokban.

Mizuno és Kondo 1991-ben azt közölték, hogy ritkaföldfém-, pl. cérium-tartalmú ZSM-5 zeolitok ígéretes NO_x-redukációs katalizátornak bizonyulhatnak [17]. A kiterjedten folyó kutatások eredményei szerint más zeolitok, így mordenit, H⁺-ioncsereelt Y-zeolit, továbbá különböző katalizátorkombinációk, például Co/Al₂O₃, szilárd savak, kitámasztott rétegszilikátok, stb. is redukációs aktivitással rendelkeznek az NO_x redukációjában [18,19], de az irodalomban általános elfogadott, hogy az ún. „**túlcserélt**” **Cu/ZSM-5** a leghatásosabb katalizátor ebben a folyamatban. Még azt is kimutatták, hogy a karbamid is használható redukáló ágensként Cu/ZSM-5 jelenlétében, igaz, ez az aktivitás a gyakorlati felhasználás szempontjából elhanyagolható jelentőségű.

A szegény keverék esetén működő NO_x redukációs rendszert együttesen kell kezelni a motorral, mivel az átalakítóba belépő gáznak a redukcióhoz szükséges típusú és mennyiségű szénhidrogént kell tartalmaznia az adott szénhidrogén optimális reakcióhőmérsékletén. Például Cu/ZSM-5 jelenlétében a propán 500 °C-on hatásos redukáló ágens (ennél alacsonyabb hőmérsékleten hatástalan), míg az etilén már 200 °C-on is nagy konverzióval redukálja a nitrogén-oxidokat [20]. A valós megoldást az NO-bontó katalizátorok jelentenék, amelyek redukálóanyag nélkül, oxidatív légkörben hatásosak lennének az NO nitrogénné és oxigénné végbemenő bomlásában. Az utóbbi évtizedben végzett igen intenzív kutatómunka ellenére sem sikerült azonban még gyakorlatban használható technológiát kifejleszteni, így ez a terület továbbra is az érdeklődés homlokterében marad.

A dízel-üzemű gépjárművek emissziójának csökkentése

Az Egyesült Államokban 1988-tól indult el egy nagyszabású fejlesztési program annak hatására, hogy a Tiszta Levegő Törvény új kibocsátási határokat írt elő a dízel-üzemű motorokkal működő gépjárművek és egyéb berendezések vonatkozásában. Az emissziós határértéket a törvény teljesítményórán szabja

meg, azaz a kibocsátott mennyiséget a motor teljesítményére vonatkoztatják. 1988-ban a határértékeket a szilárd kibocsátások (korom+egyebek) tekintetében 0,6 g/(lóerő óra) [glo], az NO_x vonatkozásában 10,7 glo értékben szabályozták, míg az előírások szerint 1994-re ezeket az értékeket 0,25 glo szilárd és 5 glo NO_x értékre kellett csökkenteni (az 1998-ra vonatkozó előírások 0,1 glo, illetve 4 glo).

A szilárd részecskék elsősorban kormot, nagy szénatomszámú szénhidrogéneket és alkáli/földalkáli szulfátokat tartalmaznak. A folyékony szénhidrogének, melyeket oldható szerves frakciónak is neveznek, az el nem égett vagy részlegesen elégett üzemanyagból valamint a motorolajból tevődnek össze. Ezek kondenzálódhatnak a kipufogórendszerben, aeroszolt képezhetnek, vagy adszorbeálódhatnak a koromszemcséken.

Kén-dioxid és kén-trioxid a gázolaj kéntartalmának elégeésekor képződik. Az SO₃ a kipufogógáz lehűlésekor reagál vízzel vagy a rendszerben lévő fém-oxidokkal, szulfátképződés közben. A gázolajok kéntartalmának csökkentésével ez a probléma egyre inkább megoldódni látszik, de még mindig jelentős a levegőbe kerülő kén-oxidok mennyisége.

A dízel-motor konstrukciók környezetbarát fejlesztése, ami a motorgyártók egyik legfőbb törekvése napjainkban, önmagában valószínűleg nem fogja eredményezni a kibocsátások előírt határértékének elérését, ezért feltétlenül szükségesnek látszik a kipufogógáz utókezelése, mindhárom összetevő mennyiségének csökkentésére. A kutatómunka egyrészt a koromszűrők fejlesztésére irányul, másrészt olyan oxidációs katalizátorok bevezetésére, amelyek alkalmasak az oldható szerves frakció átalakítására, továbbá a kénmentesítés tökéletesítése is az előtérben marad [21].

A **koromszűrők** vagy **koromcsapdák** általában porózus kerámia anyagúak, és a korom 60–90%-ának eltávolítására alkalmasak. Az áramlási ellenállásuk azonban fokozatosan növekszik, és ha ez egy adott értéket eléri, a szűrőt regenerálni kell, amit a korom leégetésével oldanak meg. A regenerálás azonban költséges és összetett művelet, mert legalább két párhuzamos szűrőt kell beépíteni, amelyek alternatív módon képesek a folyamatos üzemre, ki kell építeni a vezérlőrendszert és a leégetéshez külön energiaforrás is szükséges.

Koromszűrővel ellátott dízel-autóbuszok sok amerikai és európai városban futnak, és a szűrőrendszerek alkalmazása egészen a nyolcvanas évek végéig kielégítő megoldásnak tűnt, de bonyo-

lultságuk, viszonylag rövid élettartamuk, a szervetlen salaknak a kerámiaszűrőbe történő beépülésére való hajlamuk, valamint a magas üzemeltetési költségeik miatt napjainkban már nem ezek nyújtják a kielégítő megoldást. Új motorkonstrukciók alkalmazásával sikerült elérni a 10 t önsúlyt meghaladó nagy gépjárművek esetén a szilárd kibocsátás megfelelő mértékű csökkentését, mégpedig utókezelés nélkül. A közepes méretű tehergépjárművek (4–10 t önsúly) esetében az oxidációs katalizátorok alkalmazása látszik a célravezető megoldásnak, amelyek képesek az oldható szerves frakció átalakítására. A motorgyártók ugyanis szabályozni tudják a motor működését abban a tekintetben, hogy a korom-kibocsátás csökkenjen az oldható szerves frakció növekedésének rovására, viszont ez utóbbi katalitikusan kezelhető.

A dízel-oxidációs katalizátorok a szilárd kibocsátást 30–40%-kal képesek csökkenteni az oldható szerves frakció 50–80%-ának oxidációjával. A konverterek emellett a gázalakú szénhidrogének 30–80%-át, a CO-nak pedig 40–90%-át képesek átalakítani, megszüntetve a kipufogógáz jellegzetes szúrós szagát. A nitrogén-oxidra nézve viszont teljesen hatástalanok, és csak kismértékben csökkentik a száraz korom emissziót.

A dízel-katalizátorokat fém- vagy kerámiavázra viszik fel, és sok tekintetben hasonlóak a benzinmotor-konverterekhez. De eltérően ez utóbbi konverterektől, amelyek csak a gázállapotú komponensekkel lépnek kölcsönhatásba, a dízel-konvertereknek folyadékalapotú és szervetlen hamut tartalmazó szilárd állapotú anyagokat kell átalakítaniuk. A nagy felületű Al_2O_3 vagy SiO_2 hordozóra diszpergált katalizátor platinát vagy palládiumot tartalmaz. A konverternek 200–600 °C hőmérséklettartományban kell működnie, érintkezésbe lépve az üzemanyag kéntartalmával, továbbá a motorolajból származó egyéb komponensekkel, mint például foszfor, cink, magnézium és kalcium, amelyek mérgező hatásuk révén jelentősen csökkenthetik az élettartamot [22].

A környezetvédelmi törvények előírásai szerint a dízel-üzemű haszongépjárművek emissziószabályzó rendszerének – függően a motor teljesítménytől – akár 450 000 km élettartamig kell hatásosan működnie, ami közel háromszorosa a benzin-üzemű személygépkocsikra vonatkozó értéknek. A dízel-oxidációs katalizátorok élettartamát az alacsony hamutartalmú kenőolajok fejlesztésével, az üzemanyag kéntartalmának redukálásával, és magának a katalizátornak a módosításával (felületi tulajdonságok, pórus-szerkezet, fajlagos felület, stb.) lehet növelni. Az ismert katalizátorgyártó

cégek szerte a világon azt tervezik, hogy piacra dobják a problémát megoldó dízel-katalizátort, de ebben még nem sikerült áttörést elérni.

A szokásos dízel-oxidációs katalizátorok a kipufogógázban jelenlévő kén-dioxidot kén-trioxidá alakítják, amely szulfáttá alakulva növelheti a szilárdanyag kibocsátást. Ezt a problémát olyan katalizátorok kifejlesztésével lehet megoldani, amelyek szelektíven oxidálják a szénhidrogéneket és a szén-monoxidot, de az SO_2 -ot nem alakítják át kén-trioxiddá.

Bár az oxidációs katalizátorok összetételét szabadalmak védik, és még ezek alapján sem mutatható be a hatásos kompozíció, néhány adat utal ezekre, például a *Degussa* cég katalizátora platinát, vanádium-pentoxidot és titán-dioxidot tartalmaz. Hasonló rendszert mutatnak be Ciambelli és munkatársai is, akik alumínium-oxid és bázikus fém-oxid hordozóra vittek V_2O_5 és Cu^{2+} tartalmú katalizátort, ami az oldható szerves frakciót nagy hatásfokkal alakítja át [23].

Valószínűleg nem az alumínium-oxid az optimális katalizátorhordozó ebben az esetben, mert alacsony hőmérsékleten képes megkötni a szulfátokat, ami a katalitikus aktivitás nagymértékű csökkenését eredményezi. A Horiuchi vezette kutatócsoport olyan hordozót fejlesztett ki, ami nagy diszperzitással stabilizálja a palládiumot, és sokkal kevesebb szulfátot köt meg, mint az alumínium-oxid. Egy *General Motors* szabadalom szerint a szilícium-oxid alapú hordozók meggátolják a szulfát lerakódások kialakulását [1].

Az új tehergépjárművekre kifejlesztett dízel-oxidációs katalizátorok és új típusú motorok jól kiegészítik egymást, és lehetővé teszik, hogy a fejlesztők a nitrogén-oxidok redukciójára összpontosítsanak, tudva, hogy a katalitikus konverterek alkalmazásával a CO- és a szénhidrogén-emisszió az előírásoknak megfelelő szinten tartható. Az NO_x-emisszió szabályozása az évtized végén válik igazán kritikussá, ha a kaliforniai környezetvédelmi szabályozásban szereplő határértékek általánosan elfogadottá válnak, ugyanis ez a határérték 3,9 g/l NO_x + szénhidrogén, illetve 0,1 g/l szilárd szennyezés. Ezek a határértékek valószínűleg csak a motorkonstrukciók, a „szegény” NO_x-redukciós katalitikus eljárások és az alternatív üzemanyagok együttes fejlesztésével lesznek elérhetők.

A motorfejlesztési irányzatok egyrészt a kipufogógáz egy részének a motorba történő recirkulálásával, másrészt az üzemanyag befecskendezésének megfelelő ütemezésével kívánják elérni az NO_x-emisszió csökkentését. Ezek a módosítások valószínűleg oly mértékben növelhe-

tik a korom- és füstképződést, hogy a száraz kibocsátás – az oldható szerves frakció katalitikus átalakítása mellett is – elérheti azt a határértéket, ami fölött a berendezést ki kell vonni a forgalomból. Ennek a problémának a megoldása az oxidációs katalitikus konverter és a koromcsapda együttes alkalmazása lehet.

A **katalitikus konverter/koromcsapda** rendszer a szilárd- és folyadékalapotú kibocsátásokat 90%-os hatásfokkal csökkentheti, a CO- és szénhidrogén-emisszió majdnem teljes átalakítása mellett. Ha ezt az egységet a motorblokk közelébe építik be, a hőmérsékletet 350–400 °C-on lehet tartani, ami már elégséges az oldható szerves frakció és a koromszemcsék elégetéséhez, és önregeneráló rendszer lenne kialakítható. Egy ideális katalitikus csapda egyszerű, megbízható, kis üzemanyagvesztéssel működik, csak minimális mennyiségű szulfátot termel, továbbá az olajadalekok jelenlétében is hatásos és ellenáll az igen magas hőmérsékletű kipufogó-szikráknak is, amelyek elbontják vagy megolvaszthatják. Ilyen egységeket először Kanadában építettek be bányamozdonyok motorjaiba, és a tapasztalatok bizonyították, hogy a rendszerek önregenerálók lehetnek [24].

Az alternatív üzemanyagok alkalmazásával is csökkenthető a dízel-motorok káros kibocsátása. A városi közlekedésben használt autóbuszok esetében végeztek ilyen kísérleteket Denverben, Seattle-ben és Stockholmban, komprimált földgázt és metanolt használva üzemanyagként [25]. Megállapítható, hogy ezek az üzemanyagok „tisztábbak”, mint a szokásos gázolaj, de katalitikus konverter beépítése továbbra is szükséges az NO_x, a CO- és a szénhidrogén-emisszió csökkentésére. Mielőtt azonban az alternatív üzemanyagok használata dízel-járművekben széles körben bevezetésre kerülne, a felhasználhatósággal és a költségekkel kapcsolatos kérdéseket részleteiben is tisztázni kell. A jelenleg még nem ismeretes „szegény” NO_x redukciós dízel-katalizátorok alkalmazása kielégítheti a nitrogén-oxid emisszióra vonatkozó (a jövőben szigorodó) előírásokat, addig azonban ugyanolyan problémák állnak fenn, mint a benzinmotorok esetén.

Irodalom

- [1] Farrauto, R. J., Heck, R. M. and Speronello, B. K.: Chem. Eng. News, **70**(36), 34 (1992)
- [2] A környezeti levegő tisztasági követelményei, Országos Szabvány, MSZ 21854 (1990)
- [3] Bosch, H. and Janssen, F.: Catal. Today, **2**, 369 (1987)
- [4] Savey, D.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 3 (1995)
- [5] Wei, J.: Adv. Catal., **24**, 57 (1975)
- [6] Kummer, J. T.: „Progress in Energy and Combustion Science”, **6**, 177 (1980)
- [7] Taylor, K. C.: „Catalysis: Science and Technology”, **5**, 119 (1984)
- [8] McCabe, R. W., Usmen, R. K., Graham, G. W., Watkins, W. L. H. and Rothschild, W. G.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 347 (1995)
- [9] Gulati, S. T., Socha, L. S. and Then, P. M.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 307 (1995)
- [10] Engler, B. H., Lindner, D., Lox, E. S., Schaefer-Sindlinger, A. and Ostgathe, K.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 441 (1995)
- [11] Hurley, R. G.: SAE Paper, No. 912384 (1991)
- [12] Minami, T.: US Patent No. 4985210 (1991)
- [13] Shelef, M. and Graham, G. W.: Catal. Rev. **36**, 433 (1994)
- [14] Pijolat, M., Prin, M., Soustelle, M., Touret, O. and Nortier, P.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 325 (1995)
- [15] Yokoo, S., Sakai, K., Kagawa, S. and Iwamoto, M.: JCS Faraday Trans., I., **77**, 1629 (1981)
- [16] Iwamoto, M.: Stud. Surf. Sci. Catal., **54**, 121 (1990)
- [17] Mizuno, M. N. and Kondo, K.: Chem. Lett., 1001 (1991)
- [18] Li, Y. and Armor, J. N.: J. Catal., **145**, 1 (1994)
- [19] Yang, R. T. and Li, W.: J. Catal., **155** 414 (1995)
- [20] Cho, B. K.: J. Catal., **155**, 184 (1995)
- [21] Neef, J. P. A., van Pruissen, O. P., Makkee, M. and Moulijn, J. A.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 549 (1995)
- [22] Stein, H. J., Hüthwohl, G. and Lepperhoff, G.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 517 (1995)
- [23] Ciambelli, P., Corbo, P., Gambino, M., Palma, V. and Vaccaro, S.: Catal. Today, **27**, 99 (1996)
- [24] Henk, M. G., Williamson, W. B. and Silver, R. G.: SAE Paper, No. 920368 (1992)
- [25] Pettersson, L. J., Jaras, S. G., Andersson, S. and Marsh, P.: „Catalysis and Automotive Pollution Control III”, Stud. Surf. Sci. Catal., **96**, 855 (1995)

A MOZAIK KIADÓ 19 KÖTETES TANKÖNYVSOROZATA A TERMÉSZETRŐL TIZENÉVESEKNEK

ÁLTALÁNOS ISKOLA

5

TERMÉSZETISMERET

Közvetlen környezetünk

Élőlények a kertben. Térképismeret. Magyarország

6

TERMÉSZETISMERET

Földrajzi és biológiai alapismeretek

A változó földfelszín
Környezetünk állatai
A kamaszkori szervezet

TERMÉSZETISMERET

Fizikai és kémiai alapismeretek

Kölcsönhatás, erő, mozgás
Energia, munka, hő
Hőjelenségek

7

FÖLDRAJZ

Geoszféra
Európán kívüli
földrészek

BIOLÓGIA

Tájak és életközösségek

FIZIKA

Elektromosság

KÉMIA

Kémiai
alapismeretek

8

FÖLDRAJZ

A Föld a világegyetemben
Európa országai
és a FÁK

BIOLÓGIA

Az ember
szervezete
és egészsége

FIZIKA

Haladó mozgás
Energiaátvitel

KÉMIA

Szervetlen kémia

KÖZÉPISKOLA

9

FÖLDRAJZ

Magyarország
földrajza
Övezetesség
a Földön

BIOLÓGIA

Növények,
állatok teste
és életműködése
Ökológiai alapismeretek

FIZIKA

Periodikus
mozgások

KÉMIA

Általános kémia

10

FÖLDRAJZ

A Föld társadalmi
és gazdasági képe
Globális problémák

BIOLÓGIA

Öröklődés
Törzsejlődés
Általános egészségügy

FIZIKA

Részecskefizika
Az anyag
szerkezete

KÉMIA

Szerves kémia



MOZAIK OKTATÁSI STÚDIÓ

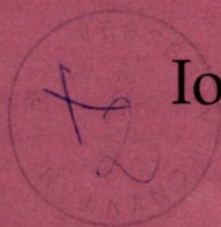
Levélcím: 6701 Szeged, Pf. 301.

Telefon/Fax: (62) 47-01-01, 470-052

MOZAIK KÖNYVESBOLTOK:

1082 Budapest, VIII. Üllői út 70. Tel.: 31-42-612
6723 Szeged, Csongrádi sgt. 73. Tel.: (62) 485-522

MOZAIK



Ionegyenletek rendezése

(Dr. Tóth Zoltán)

**A kémiai vegyületek
„slágerlistája”**

(Hanczár Tímea–Dr. Hannus István–Dr. Hernádi Klára)

**„A kémia oktatásának
története hazánkban
1750–1950” c. kiállítás
ismertetése**

(Vargáné Nyári Katalin–Forgács László)

**Gondolatok az oxidációs
szám tanításához I.**

(Lemle Éva)

Kémiatanári konferencia

V. ÉVFOLYAM 1997

5

A KÉMIA TANÍTÁSA

módszertani folyóirat

Szerkesztőség:

Szerkesztő:

Dr. Adamkovich István

A szerkesztő munkatársai:

Dr. Kónya Józsefné

Dr. Soltész György

Kószó Katalin

Péntek Lászlóné

Dr. Tóth Zoltán

Szerkesztőség címe:

6723 Szeged, Debreceni u. 3.

Tel.: (62) 470-101,

FAX: (62) 470-185

Kiadó:

MOZAIK Oktatási Stúdió Kft.

Felelős kiadó: Török Zoltánné

Műszaki szerkesztő:

Vassné Németh Katalin

Tördelő szerkesztő:

Szentmihályi Csaba

Borítótér: Deák Ferenc

Megrendelhető:

MOZAIK Oktatási Stúdió

6701 Szeged, Pf. 301.

Éves előfizetési díj: 590 Ft.

A lap megvásárolható a

MOZAIK Könyvesboltokban:

Szeged, Csongrádi sgt. 73.

Budapest VIII., Üllői út 70.

Megjelent a Soros Alapítvány
támogatásával

A kémia tanításában megjelenő
valamennyi cikket szerzői jog
védi. Másolásuk bármilyen
formában kizárólag a kiadó
előzetes írásbeli engedélyével
történhet.

ISSN 1216-6642

Készült a Dürer Nyomda Kft.-ben
Felelős vezető: Beregszászi László

TARTALOM

„Gondolatok az oxidációs szám tanításához I.

Lemle Éva középiskolai tanár, Szekszárd

Kémia tanári konferencia**A kémia oktatásának története hazánkban**

1750–1950” c. kiállítás ismertetése

Vargáné Nyári Katalin, Forgács László
tudományos munkatársak,

Magyar Vegytudományi Múzeum, Várpalota

lonegyenletek rendezése

Dr. Tóth Zoltán

egyetemi docens, KLTE, Debrecen

A kémiai vegyületek „slágerlistája”

Hanczár Tímea, Dr. Hannus István, Dr. Hernádi Klára

JATE, Alkalmazott Kémiai Tanszék

**Munka- és balesetvédelmi szempontok a kémia
tanításában**

Dudok Györgyné kémia tanár,

Arany János Általános Iskola, Salgótarján

Tallózó – Könyvismertetés

Közlési feltételek:

A közlésre szánt kéziratokat gépelve két példányban vagy floppy lemezen küldjük meg a szerkesztőség címére. A kéziratok lehetőleg ne haladják meg a 8–10 gépelt oldalt (oldalanként 30 sorban 66 leütés). A rajzokat, ábrákat, táblázatokat és fényképeket külön lapon megfelelő szövegezéssel kérjük ellátni. (A szövegrészben pedig zárójelben utalunk rá.)

Kérjük, hogy a szövegbeli idézetek név- és évszámjelöléssel történjenek, míg a tanulmányok végén a felsorolt irodalom alfabetikus sorrendben készüljön. Kérjük szerzőtársainkat, hogy a kéziratok beküldésével egyidejűleg szíveskedjenek közölni pontos címüket, munkahelyüket és beosztásukat, a megjelent cikkek utáni honorárium kifizetése érdekében adóazonosító számukat is. A cikk megjelenése után a lemezeket visszaküldjük.

Lemle Éva

Gondolatok az oxidációs szám tanításához I.*

A kémiaoktatás alapvető feladata a természet anyagainak megismertetése, jelenségeinek értelmezése, magyarázata. E cél megvalósításakor a tanárnak ügyelnie kell arra, hogy a jelenségek mögött rejlő mélyebb ok-okozati összefüggéseket is megláttassa a tanulókkal, s ezzel egyben logikus gondolkodásra nevelje őket. Minden esetben rá kell mutatnia arra, hogy az ismereteket nem külön-külön elszigetelve, hanem rendszerbe foglalva, egymáshoz kapcsolva kell használni.

Ahhoz, hogy a tanulók rendszerezni tudják tudásukat, a tanárnak meg kell adnia azokat a fő **rendező elveket**, amelyek átszövik a tananyagot, és összefűzik az ismereteket. Ilyen rendező elvek a kémiában például a periódusos rendszer, a tömegmegmaradás törvénye, az energiaminimum elve, az oxidációs szám stb.

A középiskolai kémiatanítás jelentős részében az oxidációs szám átfogó rendező elvként használható, tanítására tehát kellő figyelmet kell fordítani.

A következőkben megpróbálom felvázolni a fogalom tanításához nélkülözhetetlen elméleti alapokat, majd megkísérlek egy olyan tanításban is jól használható algoritmust összeállítani, amelynek segítségével a redoxi reakciók rendezését megkönnyíthetjük.

AZ OXIDÁCIÓS SZÁM

A oxidációs szám fogalma a szerves kémiaiában

A szakirodalomban az oxidációs szám fogalmának megközelítése nem egységes, és definiálásának módjában is vannak eltérések. Mivel sok más szakkönyvhöz hasonlóan a gimnáziumi tankönyv is a redoxi reakciókhoz kapcsolódóan vezeti be az oxidációs szám fogalmát, először tehát ilyen megközelítésben értelmezzük részletesebben e fogalmat.

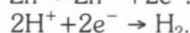
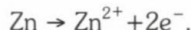
A kémiai folyamatok egyik jellemzője, hogy az egymásra ható anyagokban mindig megválto-

zik a vegyértékelektronok helyzete. Tekintsük például a cink és a sósav reakciójának egyenletét:



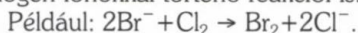
A folyamat lényege, hogy a Zn-atom elektront ad le, és a H^+ -ion elektront vesz fel.

Ezt a következő részfolyamatokkal szemléltethetjük:



Az elektronleadással járó folyamatokat **oxidációnak**, az elektronfelvétellel járó folyamatokat pedig redukciónak nevezzük. Mivel az elektronok leadásához szükséges olyan anyag, amely képes felvenni ezeket az elektronokat, az oxidáció és a redukció együtt járó folyamatok. (A pontosság kedvéért a tanulóknak feltétlenül meg kell említenünk, hogy ezen szabály alól létezik kivétel. A cseppfolyós ammónia ugyanis oldja az alkálifémeket és az alkáliföldfémeket. Ezek a sötét-kék színű fémoldatok az elektromosságot a fémekhez hasonlóan vezetik, tehát szabad elektronokat kell feltételeznünk bennük.) A kettőt együtt nevezzük **redoxi folyamatnak**, melynek során tehát elektronátmenet következik be.

Elektronátmenettel járnak a halogén elemek halogén ionokkal történő reakciói is.



A folyamatok során a bromidion elektront adott le, azaz oxidálódott, a klór pedig elektronfelvétellel redukálódott. Az előzőhöz hasonlóan ez a kémiai átalakulás is töltésváltozással jár, mely az oxidációs **állapotok megváltozását** eredményezi. Egyszerű ionok oxidációs állapotára a töltésük előjeléből és nagyságából következtethetünk. A kovalens kötésben lévő atomok oxidációs állapotának jellemzésére azonban egy új fogalmat kell bevezetni. Ez az **oxidációs szám**.

A kovalens kötésű molekulákban a kapcsolatot létesítő elektronpár csak akkor helyezkedik el szimmetrikusan a két atom között, ha azonos rendszámú atomokból épül fel (apoláris kovalens kötés, pl. $\text{H}-\text{H}$, $\text{O}=\text{O}$, $\text{N}\equiv\text{N}$). Különböző rendszámú atomok kapcsolódásakor (pl. $\text{H}-\text{Cl}$,

* Ezt az írást terjedelme miatt egymás utáni lapszámokban részletekben közöljük.

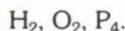
H–O–H) a nagyobb elektronegativitású atom az elektronpárt vagy -párokat elektronegativitása mértékétől függően a maga kötelékébe vonzza (poláris kovalens kötés). Ennek következtében a kapcsolódó atomokon részleges töltéskülönbség (parciális töltés) alakul ki, ezáltal a kovalens kötés részben ionos jellegű lesz. Szélső esetben az elektronpár teljes egészében a nagyobb elektronegativitású atom elektronburkába épül be, ilyenkor ionos kötés jön létre.

Formailag tehát minden vegyületet *atomionokból* felépítettnek képzelhetünk el. Ionos kötésű vegyületekben az atomion előjele és töltése természetesen azonos az ionéval. Kovalens kötésű molekulák esetében a kötő elektronpárt vagy -párokat mindig a nagyobb elektronegativitású alkotórészhez rendeljük, így ez lesz a negatív töltésű atomion, a kisebb elektronegativitású pedig a pozitív. Az atomionok töltésének számát nevezzük **oxidációs számnak**, amelynek előjele lehet pozitív vagy negatív.

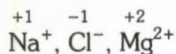
„Az oxidációs szám tehát azt fejezi ki, hogy a kérdéses atom egy adott vegyület létrejöttékor – függetlenül attól, hogy a kötés ionos vagy kovalens jellegű – hány elektront adott le vagy vett fel. Az előbbi esetben pozitív, az utóbbiban negatív előjelű.”

Az oxidációs számok kiszámításához természetesen ismernünk kell az atomok elektronegativitási sorrendjét. A következőkben néhány fontos szabály ismeretére van szükségünk, amelyek segítségével kiszámíthatjuk az oxidációs számokat.

– **Elemi állapotú anyagok** oxidációs száma nulla. Például:



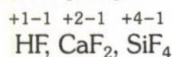
– **Egyszerű ionok** oxidációs száma megegyezik az ion töltésével, pl.:



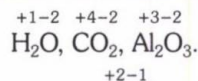
– **Vegyületekben** az alkotó atomok vagy ionok oxidációs száma különböző nagyságú és előjelű lehet, de algebrai összegüknek a semleges molekulában nullának kell lennie.

– **Összetett ionokban** az oxidációs számok összege az ion töltésével egyezik meg.

– Mivel a **fluor** a legnagyobb elektronegativitású elem, valamennyi vegyületében -1 oxidációs számmal szerepel, pl.:

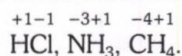


– Az **oxigén** elektronegativitása a fluoré után a legnagyobb, ezért vegyületeiben csaknem kivétel nélkül -2 az oxidációs száma, pl.:

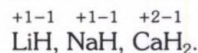


Kivételt képeznek az OF_2 és a peroxidok. Ha valamely vegyületben azonos atomok egymáshoz is kapcsolódnak, oxidációs számuk egymáshoz képest nulla. Ezért lesz a hidrogén-peroxidban ($\text{H}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$) és származékaiban az oxigén oxidációs száma -1 .

A hidrogénvegyületek legnagyobb részében a **hidrogén** $+1$ oxidációs számmal szerepel, pl.:

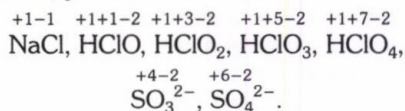


Kivételt képeznek azok a vegyületek, amelyeket a hidrogén nála kisebb elektronegativitású elemmel vagy elemekkel képez (hidridek). Ilyen esetekben az oxidációs száma -1 lesz, pl.:



– Valamennyi **alkálifém** $+1$, **alkáliföldfém** $+2$ oxidációs számmal szerepel.

A fenti oxidációs számokból kiindulva a többi atom oxidációs számát adott molekulában vagy ionban könnyen kiszámíthatjuk, ha figyelembe vesszük, hogy az oxidációs számok algebrai összege a semleges molekulákban nulla, összetett ionok esetében pedig megegyezik az ion töltésével, pl.:



A fenti példák alapján látható, hogy ugyanaz az elem különböző vegyületeiben más és más oxidációs számmal szerepelhet. Mivel a lehetséges oxidációs számok és a vegyértékelektronok között szoros kapcsolat van, az elemek periódusos rendszerben elfoglalt helyéből az oxidációs számokra is következtethetünk.

A molekulákban lévő atomok **maximális oxidációs száma** általában megegyezik az atom periódusos rendszerbeli oszlopának a számával. Például a szén (IV. oszlop) maximális oxidációs száma $+4$, a nitrogéné és a foszforé (V. oszlop) $+5$, a kéné (VI. oszlop) $+6$, a klóré, brómé, jódé (VII. oszlop) $+7$. Kivételt képez az oxigén és a fluor, melyek nagy elektronegativitásuk miatt nem szerepelhetnek pozitív oxidációs

számmal, továbbá a réz- és a vascsoport elemei, valamint a platinafémek.

Az s és d mező elemeinek **minimális oxidációs száma** nulla. Előfordulhat azonban, hogy egyes komplexekben a d mező fémek formálisan negatív oxidációs számmal szerepelnek.

Azon atomoknak a minimális oxidációs száma, amelyek kémiai kötással nemesgáz-konfigurációra tesznek szert, egyenlő azon elektronok számával, amellyel ez elérhető. Így a p mezőben lévő klór, bróm, jód minimális oxidációs száma -1 , a kéné -2 , a nitrogéné, foszforé -3 , a széné -4 .

Megállapítható tehát, hogy a periódusos rendszer oszlopaiban egymás alatt lévő elemek atomjainak nemcsak a vegyértékelektronjaik azonosak, hanem (kevés kivételtől eltekintve) az elemek lehetséges maximális és minimális oxidációs számértéke is.

Az oxidációs szám különösen az oxidációs-redukciós reakciók értelmezéséhez nyújt segítséget. Az oxidáció az oxidációs szám növekedését, a redukció pedig az oxidációs szám csökkenését idézi elő. Ennek megfelelően a *redoxi folyamatok mindig oxidációszám-változással járnak*.

Így kapcsolódik tehát az oxidációs szám a redoxi folyamatokhoz, lehetőséget nyújtva az együttes tárgyalásukhoz.

A fogalom különböző megközelítési lehetőségei

Már utaltam arra a tényre, hogy nem csupán ez az egyetlen megközelítési módja ismeretes az oxidációs számnak. A hozzá kapcsolódó fogalomrendszer ettől eltérő tárgyalási lehetőségeket is kínál. Az oxidációs szám értelmezésekor alkalmaztuk a következő nagyon fontos fogalmakat: elektronegativitás, kovalens kötés (apoláris, poláris), ionos kötés, melyek tehát szoros összefüggésben állnak az oxidációs számmal. Ezen kapcsolatok lehetőséget nyújtanak arra, hogy akár az elektronegativitás, akár az egyes kötéstípusok, illetve a kötéstípusok közötti átmenet tárgyalását követően továbblépve eljussunk az oxidációs szám meghatározásához. Erre számos példát találunk a szakirodalomban [6] [10]. Ezek részletes ismertetését nem látom szükségesnek, mert bár többféle úton, de lényegében egymással ekvivalens definíciókhoz és kiszámítási szabályokhoz vezetnek. Példaként tekintünk egy másik lehetséges definíció:

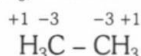
„Az oxidációs szám az atomok vagy atomcsoportok azon töltéseinek száma, mellyel ren-

delkeznének, ha az adott vegyület teljesen ionkötésű volna.” [8]

OXIDÁCIÓFOK ÉS OXIDÁCIÓS SZÁM

Feltétlenül szót kell ejteni arról is, hogy egyes szerves kémia egyetemi tankönyvek az oxidációval kapcsolatban két fogalmat vezetnek be: *oxidációfok* és *oxidációs szám*. Ennek magyarázataként tekintsük a következő példákat.

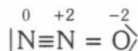
Ha egy atomfajta csak egyféle kötési koordinációban szerepel a molekulában, akkor az azonos atomok oxidációs száma megegyezik. Például az etán (C_2H_6) esetén:



Mindkét szénatom oxidációs száma -3 , a hidrogénatomok oxidációs száma pedig $+1$.

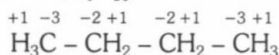
Előfordulhat viszont, hogy egy molekulán belül *egyfajta atom különböző oxidációs számmal szerepel*. Nézzük a következő példákat:

a) Dinitrogén-oxid (N_2O):



Az egyik nitrogénatom oxidációs száma nulla, mert azonos atomhoz kapcsolódik, a másik nitrogéné $+2$, mert az oxigén elektronegatívabb atom.

b) Bután (C_4H_{10}):



A láncvégi szénatomokhoz három-három hidrogénatom, a középsőkhöz pedig két-két hidrogénatom kapcsolódik, ezért a C_1 és C_4 oxidációs száma -3 , a C_2 és C_3 -é viszont -2 .

A fenti oxidációs szám értékekhez jutunk tehát, ha az oxidációs szám *definíciójából* kiindulva, az elektronegativitás értékek figyelembe vételével határozzuk meg a molekulában lévő atomok oxidációs számait. Ezzel szemben, ha az oxidációs szám *kiszámítására vonatkozó szabályokat* vesszük figyelembe, akkor a következő megállapításokat tehetjük:

a) A dinitrogén-oxidban az oxigén oxidációs száma -2 . Az oxidációs számok összegének a molekulában nullának kell lennie, ennek megfe-

lelően a nitrogén oxidációs számát (x) a következőképpen határozhatjuk meg:

$$\begin{aligned} 2 \cdot x + (-2) &= 0 \\ x &= +1 \end{aligned}$$

Azt kapjuk, hogy a nitrogén +1 oxidációs számmal szerepel.

b) A butánban a hidrogének oxidációs száma +1, a szén oxidációs számát jelölje y.

$$\begin{aligned} 4 \cdot y + 10 \cdot (+1) &= 0 \\ 4 \cdot y &= -10 \\ y &= -2,5 \end{aligned}$$

A szén oxidációs száma ennek alapján -2,5 lenne.

Láthatjuk tehát, hogy az így számított oxidációs szám értékek nem felelnek meg a definíció szerinti oxidációs számoknak. A második példa jól szemlélteti, hogy bizonyos esetekben törtszámok is adódhatnak, amelyek ellentmondanak annak, hogy az oxidációs számot leadott, vagy felvett elektronok számaként értelmeztük, amely tehát csak pozitív vagy negatív egész szám lehet, illetve nulla. Ezzel a módszerrel csak az azonos atomok oxidációs számainak átlagát tudjuk meghatározni.

Ezen ellentmondás feloldására, hogy tehát egy molekulán belül ugyanannak az atomnak kétféle oxidációs számot tulajdoníthatunk, egyes szerzők könyveikben [3] [4] két elnevezést használnak. Az előzőekben értelmezett fogalmat **oxidációfok** néven definiálják (nem tévesztendő össze a szerves kémiában használatos oxidációfok fogalmával).

„Az a szám, amely megmutatja, hogy egy atom a molekula kialakulása következtében hány elektront 'vesztett vagy nyert', az illető atom oxidációfoka.” [4]

Az oxidációfok kiszámítására vonatkozó szabályok megegyeznek a már leírt szabályokkal.

Azokban az esetekben, ha egy molekulán belül azonos atomok különböző oxidációfokkal szerepelnek, vezetik be a szerzők az illető atomok oxidációfok-átlagaként az **oxidációs számot**. Míg az oxidációfok csak egész szám lehet, az oxidációs szám tört értékeket is felvehet.

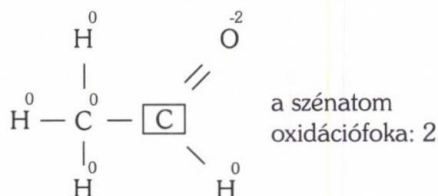
E két fogalom használata megoldását jelenti annak a problémának, hogy számolások, alkalmazások esetén az oxidációfokok átlagértékével dolgozunk. A középiskolában azonban nem tartom szükségesnek az oxidációfok külön definiá-

lását. Arra azonban mindenképpen fel kell hívni a tanulók figyelmét, hogy azokban az esetekben, ha azonos atomok fordulnak elő a molekulában, akkor oxidációs számaik átlagértékével számolunk, amely tehát nem mindig egyezik meg az atomok tényleges oxidációs számával. Ezen kiegészítés megtételével, úgy gondolom, az oxidációs szám fogalma a középiskolában teljes körűen jól használható lesz.

Oxidációfok és oxidációs szám fogalma a szerves kémiában

Az oxidációs szám a szervetlen kémiában általánosan elfogadott és jól használható fogalom. Talán kevésbé ismert azonban az a tény, hogy a szerves kémiában is többféle törekvés volt egy rendezőelv bevezetésére, amely megkönnyíti az oxidációs-redukciós reakciók felismerését és a reakcióegyenleteik rendezését. Az ezzel kapcsolatban bevezetett fogalmak elnevezése (és értelmezése is) sokféle: oxidációfok, poláris szám, oxidációs állapot, oxidációs szám. Különbségek jelentkeznek aszerint is, hogy az egyes szerzők atomi vagy molekuláris értelemben használják a fogalmakat.

A magyar nyelvű szerves kémia irodalomban előforduló fogalom az **oxidációfok**. Feltétlenül meg kell azonban jegyeznünk, hogy nem egy elterjedt és széleskörűen használt fogalomról van szó, a szerves kémikusok nagy része nem tartja szükségesnek ezen fogalom definiálását és alkalmazását. Az oxidációfok, melyet csak szénatomokra értelmeznek, levezethető a szervetlen kémiában használatos oxidációs számból, ha az adott szénatomhoz egyes kötésekkel kapcsolódó szén és hidrogén atomok oxidációs számát nullának tekintjük, például:



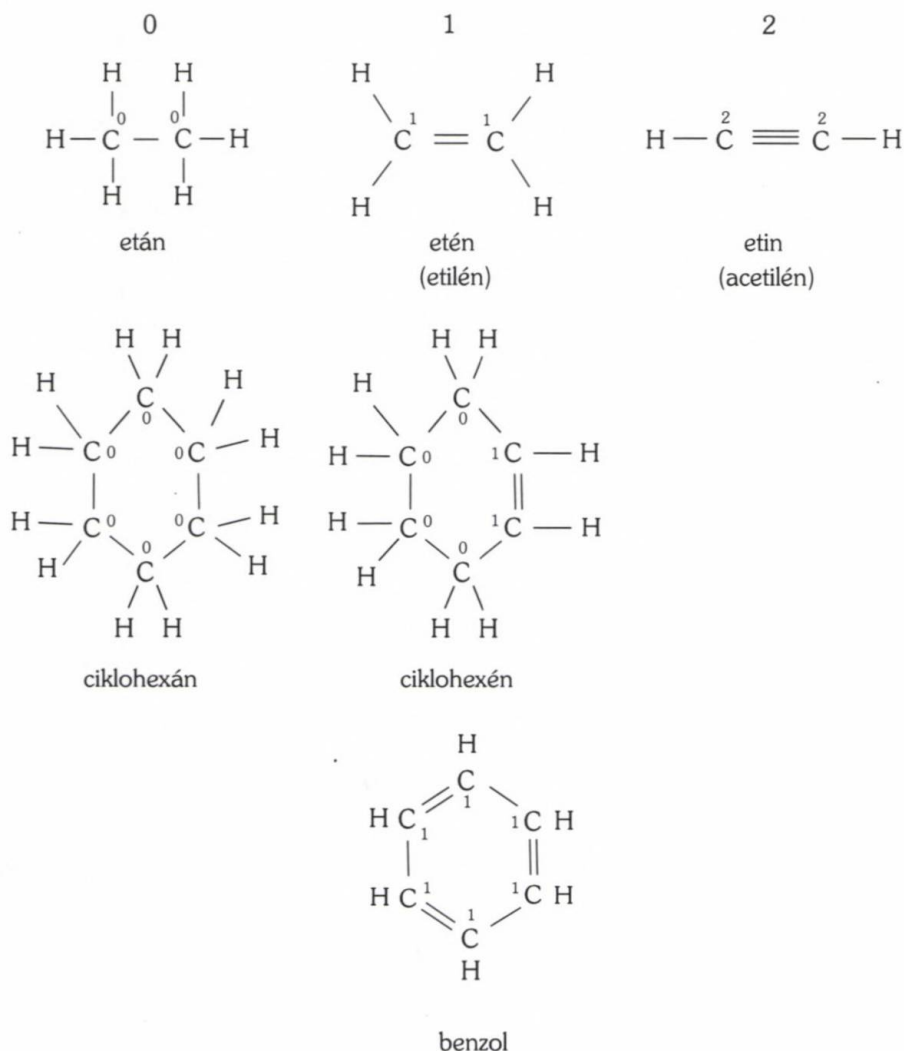
Az adott szénatom oxidációfoka tehát a telítetlen kötéseinek (π kötéseinek) ill. heteroatomokkal létesített kötéseinek számát adja meg. Ennek megfelelően, figyelembe véve, hogy a szén négy vegyértékű, oxidációfoka a különböző szénvegyületekben 0 és 4 közötti érték lehet.

Ha a szénlánc szénatomjainak minden szabadon maradó vegyértékét hidrogén köti le, azaz a vegyület hidrogénre nézve telített, a szénatomok oxidációfoka nulla. Így az alifás és alikiklusos szénhidrogének atomjai 0 oxidációfokúak függetlenül attól, hogy azonos szénatomszám mellett eltérő hidrogéntartalmúak (pl. pentán C_5H_{12} és ciklopentán C_5H_{10}). A **telítetlenség** kialakítása, azaz a hidrogénatomok elvonása a molekulából az oxidáció egyik formája, így oxidációfok változást eredményez. Ezért az olefinekben, a cikloolefinekben és az aromás szénhidrogénekben a telítetlenséget mutató szénatompárok oxidációfoka 1. Az acetilénben és az egyéb alkinekben a hármas kötésű szénato-

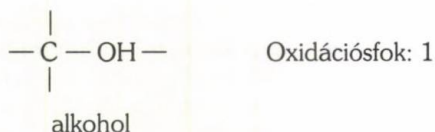
mok 2–2 hidrogénatom elvonása miatt 2 oxidációfokúak.

Az oxidációfok utal többek között az oxigéntartalmú szerves vegyületekben a **funkciós csoport** jellegére is. Meg kell jegyeznünk azonban, hogy az oxidációfok fogalma kétféle értelemben használatos. Egyrészt atomi értelemben a molekulában egy adott szénatom oxidációfokára utal, másrészt molekuláris értelemben egyes vegyületcsoportokat jellemez. Az oxigéntartalmú szénvegyületek három nagy csoportja az alkoholok, oxovegyületek és karbonsavak, melyekben a funkciós csoporthoz tartozó szénatom rendre 1, 2, illetve 3 kovalens kötéssel

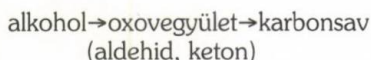
Oxidációfok:



kapcsolódik az oxigénatomhoz. Ennek megfelelően az oxidációs fok értéke a következők:

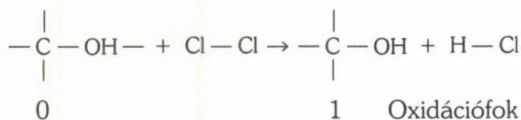


A klasszikus definíció szerint oxidációnak nevezzük az oxigén felvétellel vagy hidrogén leadással járó, redukciónak pedig az oxigén leadással vagy hidrogén felvétellel járó folyamatokat. Ennek alapján könnyű belátni, hogy például az



átalakulások oxidációs reakciók.

Tágabb értelemben viszont a szénvegyületek minden olyan átalakulását, amelynek során a szénatom oxidációs foka növekszik, **oxidáció**-ként értelmezzük. Az ellentétes folyamatot, amikor az oxidációs fok csökken, **redukciónak** nevezzük. A szénatom oxidációs foka például minden olyan folyamat során növekszik, amikor a hidrogénatomokhoz kapcsolódó kötéseinek száma csökken, s helyettük nagyobb elektronegativitású atomhoz (halogén-, oxigén- vagy nitrogénatomhoz) fűződő kötések alakulnak ki, azaz a hidrogénatomokkal helyettesítjük. Eszerint a szénatom oxidációs foka a következő változás során is növekszik, tehát ez a folyamat is oxidáció:



Miközben a szerves vegyület oxidálódott, a szervetlen molekula atomjai redukálódtak, így

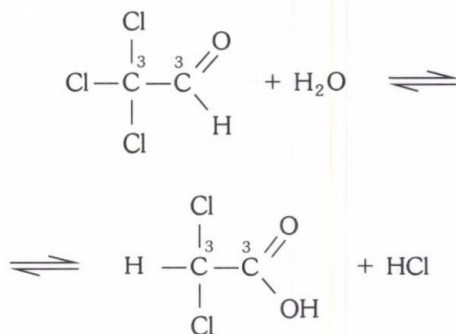
ez az átalakulás is besorolható a redoxireakciók csoportjába.

Az oxidációs fok fenti értelemben vett használata csupán a változás tényének rögzítésére alkalmas, nem tájékoztat a szerves kémiában különben igen fontos reakciókészségről. **Soloveichik** és **Krakauer** 1966-ban kísérletet tettek arra, hogy az oxidációs fok szerinti besoroláson belül a reaktivitásnak megfelelően csoportonkénti besorolások történjenek [14].

Öt kritériumot adnak meg az alcsoportok kialakításához. Ezek közül a 3. és 4. világít rá leginkább az elképzelésükre. A harmadik kritérium szerint figyelembe kell venni a kötőmomentumot (dipólusmomentumot) és a kötőhosszat. A negyedik kritérium a Hammett szigma (σ) függvény, vagy inkább a Taft féle szigma csillag (σ^*) függvény figyelembevételét, azaz egy lineáris szabadenergia reaktivitási paraméter használatát írja elő.

Ennek ellenére a szerzők által megadott besorolás nem tartalmaz (nem is tartalmazhat) reaktivitásra (pl. adott σ értékekre) vonatkozó adatokat, hanem formai síkra terelődik. Lényegileg kombinálják az oxidációs számot és a rendűség fogalmát.

Viszonylag egyszerű példákat adnak meg.



Ez a hidrolízis első ránézésre oxidációs-redukciós reakciónak tűnik, mivel az aldehid csoporthoz tartozó szénatom karboxil szénatommá alakul át. Valójában azonban a kiindulási anyag és végtermék esetében is mindkét szénatom 3 oxidációs fokú, így ez az átalakulás nem tekinthető redoxireakciónak. A szerves vegyületek ezen osztályozása bizonyos esetekben hasznosnak bizonyul, ennek ellenére megmaradt az érdekeség szintjén, és nem terjedt el. Az oxidációs fok koncepcióról a későbbiekben irodalmi hivatkozások már nincsenek.

Oxidációfok csoportok	1	2	3	4
1.	R_3CNH_2 R_2CHNH_2 RCH_2NH_2 CH_3NH_2	$R_2C=NH$ $RCH=NH$ $CH_2=NH$	$RCNHNH_2$	$NH=C(NH_2)_2$
2.	$R_2C=CR'_2$	$RC=CR$	$RCONH_2$	$CO(NH_2)_2$
3.	R_3CSR'	$R_2C=CHCL$	CO $RCH=CO$ $CH_2=CO$	$COOH-COOH$
4.	R_3COR'	R_2CS	$RCOOR$	$CN-CN$
5.	CH_3COCR_3	R_2CO	RCI_3	CCl_3COOH
6.	R_3Cl	$RC(Cl_2)R$	$RCBr_3$	$OC(OH)_2$
7.	R_3CBr	$R_2CClCOOH$	$RCCl_3$	CO_2
8.	R_3CCl	$R_2C(COOH)_2$	$RCOCl$	$COCl_2$
9.	R_3CCOOH	R_2CF_2	RCF_3	CCl_4
10.	R_3CF	$R_2C(CN)_2$	RCN	$C(NO_2)_4$
11.	R_3CCN	$R_2C(SO_2R)_2$	–	–
12.	R_3CSO_2R	$R_2C(NO_2)_2$	–	–
13.	R_3CNO_2			

(R' = H, alkil-, acil- vagy szervesetlen gyök)

Az eredeti – szervesetlen kémiában használt – oxidációs számnak megfelelő tükörfogalmat a szerves kémiában **Ferguson** vezette be 1946-ban, aki ezt **poláris számnak** (polar number) nevezte el. A kovalens kötést létesítő atomok esetén a kötőelektronpár relatív közelségének megfelelően az egyes atomokon *formális töltések* alakulnak ki. A formális töltések meghatározásakor az elektronegativitás értékeit kell figyelembe venni. Például a szén-hidrogén kötés esetén, mivel a szén elektronegativitása nagyobb, mint a hidrogéné, egy formális negatív töltés van a szénatomon, és egy formális pozitív töltés a hidrogénatomon. Azonos atomok kapcsolódásakor formális töltések nem alakulnak ki. Különböző rendszámú atomok között kialakult többszörös kötések esetén viszont minden kötésből származik egy formális töltés.

A szerves vegyületekben a szénen kívül a következő elemek atomjai fordulhatnak leggyakrabban elő: H, O, N, S, Cl, Br, I, F.

E kilenc elem szokásos összekapcsolódásai esetén az atomok formális töltéseit a következő táblázat foglalja össze:

– +	– +	– +
C – H	N – H	S – H
0 0	– +	– +
C – C	N – C	S – C
+ –	+ –	+ –
C – O	N – O	S – O
+ –	0 0	+ –
C – N	N – N	S – N
+ –	– +	0 0
C – S	N – Cl	S – S
+ –	– +	+ –
C – Hlg	N – Br	S – Cl

Pauling a 9 elem relatív elektronegativitás értékeit a következőképpen adja meg:

H: 2,1; C: 2,5; N: 3,0; O: 3,5; S: 2,5;
F: 4,0; Cl: 3,0; Br: 2,8; I: 2,5;

A N – Cl, C – S, C – I kötések esetén az alkotó atomok elektronegativitása megegyezik, így a formális töltések az elektronegativitás értékek alapján nem jósolhatók meg. A táblázatban feltüntetett formális töltések bizonyítottak ezen kötésekre vonatkozóan.

Egy atom poláris számát Ferguson az atom különböző kötéseiből származó formális töltések algebrai összegeként definiálta.

Tekintsünk néhány példát a poláris számok meghatározására!

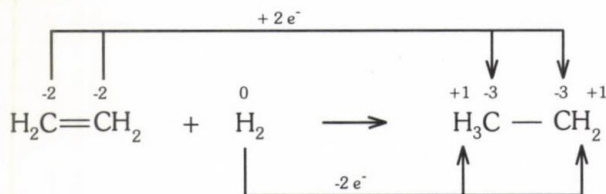
A metánban (CH_4) a szénatom négy C – H kötést létesít, így a poláris száma -4 .

Az etánban (C_2H_6) minden szénatom három C – H kötést alakít ki (-3), és egy C – C kötést (0), így a szénatomok poláris száma $-3+0=-3$.

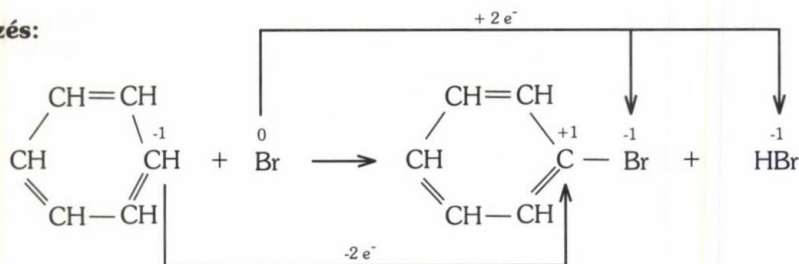
A poláris számok meghatározása csak a vegyület szerkezetének és a 9 elem relatív elektronegativitásának ismeretét kívánja meg egy kis kiegészítéssel a N – Cl, C – S és C – I kötésekre vonatkozóan.

A szerző rámutat, hogy a poláris számok felhasználásával a szerves kémiai redoxireakciók egyenletei a szerves kémia használatos módszerekkel rendezhetők. A poláris számok másik fontos alkalmazási területe, hogy segítségével megmutatható némely klasszikus szerves reakcióról, hogy oxidációs-redukciós reakció. Ehhez a poláris számok változásait kell vizsgálnunk, mint ahogy az a következő példákban látható.

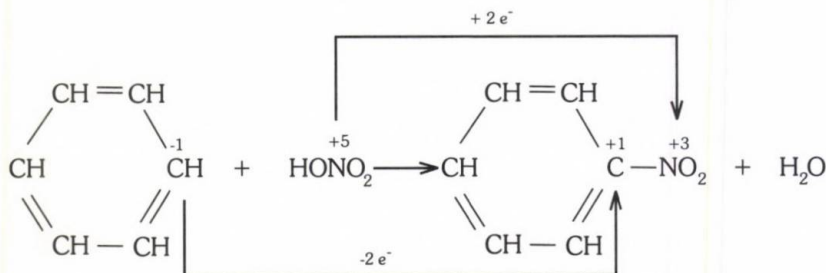
Hidrogénezés:



Halogénezés:



Nitrálás:



Ezekben a reakciókban az atomok poláris számának változása az oxidációs állapot megváltozását jelzi. Ferguson a poláris szám fogalmát atomokra vonatkozóan használta.

A későbbiekben kísérletek történtek e módszer szemléletességének növelésére [16], és az alkalmazási határok feltárására is [17], de felhasználásukról ez idáig további hivatkozásokat nem találunk.

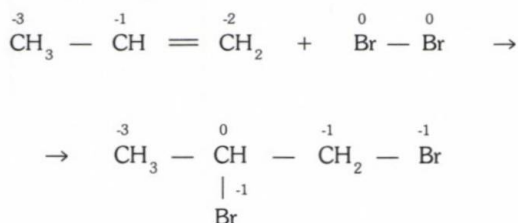
Hendrickson 1970-ben megjelent nagyszerű modern szerves kémia tankönyvében a Ferguson féle koncepciót újíttja fel és terjeszti tovább, de nem poláris számnak, hanem **oxidációs állapot**nak (oxidation state) nevezi e fogalmat [18].

Általában minden atom oxidációs állapotát ki lehet számolni, ha kialakított kötéseire vonatkozóan a megfelelő értékeket az alábbiak szerint összegezzük.

- 1 minden kisebb elektronegativitású atommal létesített kötésre
- 0 minden azonos atommal létesített kötésre
- +1 minden nagyobb elektronegativitású atommal létesített kötésre.

A szerző az oxidációs állapot fogalmát molekuláris értelemben is használja az oxidáció, a redukció vizsgálatok, illetve az oxidációs-redukációs reakciók egyenleteinek rendezésekor. Az elemek atomjainak oxidációs állapotait összegezve a kiindulási anyagok és a végtermékek esetén a megnövekedett oxidációs állapot elektronleadásra, azaz oxidációra, a lecsökkent oxidációs állapot elektronfelvételre, azaz redukcióra utal.

Például:

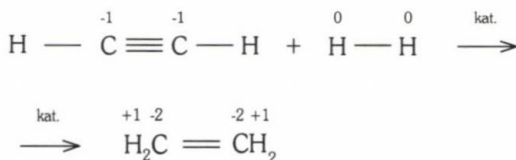


oxidációs állapot:



Tehát a szénatomok oxidálódtak, azaz a szénvegyület is, a bróm reagens pedig redukálódott a reakció létrejöttével.

Az acetilén hidrogenezése esetén a szerves vegyületre nézve a változás redukció:



össz oxidációs



Azaz a szénatomok redukálódtak, míg a hidrogén oxidálódott.

Hendrickson elgondolásai alapján a szerves kémiai történetek újabb szempontból is jellemezhetők. Ennek ellenére, mivel az átalakulások jelentős részénél igen bonyolult számolgatásokkal jár, nem terjedt el, napjainkig mások nem alkalmazzák.

Igen érdekes alkalmazási lehetőséget jelent viszont az így bevezetett fogalom a *szerves reakciók komputerizált tervezésénél*, mint azt Hendrickson egy későbbi cikkében bemutatta. A koncepció két értelemben is kiszélesedett: egyrészt a szerző összekapcsolja az oxidációs állapot (későbbi oxidációs szám) és az oxidációfok fogalmakat, másrészt a kialakított paraméterekkel a szerves reakciókat tipizálja. Többek között rámutat arra, hogy vannak olyan reakciók is, ahol az oxidációs-redukációs szemlélet nem alkalmazható. A szénatom helyzetének megadásához egy molekulában **4 paramétert** definiált. Ezek a szénatom által kialakítható lehetséges kötéstípusokra utalnak:

σ : a szénhez kapcsolódó σ kötések száma

π : a szénhez kapcsolódó π kötések száma

h: a hidrogénhez kapcsolódó kötések száma

z: a heteroatomokkal kialakított kötések száma

A π : 0-2, míg a σ , h, z: 0-4 közötti értékeket vehetnek fel.

A funkcionalitást tulajdonképpen csak a heteroatomok és a szén-szén π kötések hordozzák, erre vonatkozóan szintén bevezetett egy paramétert: $f = \pi + z$.

A funkcionalitás tehát analóg az oxidációfok fogalmával. Ennek megfelelően a funkcionalitás értékek utalnak az egyes vegyületcsoportokra:

- $f=1$:alkohol, éter, halogenid, olefin,
- $f=2$:keton, aldehyd, acetilén,
- $f=3$:karbonsav, nitril,
- $f=4$:szén-dioxid és származékai.

Következésképpen $\sigma + h + z = \sigma + h + f = 4$ bármely szénatom esetén. Ezen paraméterek segítségével természetesen a szénatomok oxidációs állapota (x) is kiszámítható: $x = z - h = 2z + \sigma + p - 4$.

A módszer nagy jelentőségűnek tűnik a modern szerves kémiai szintézisek tervezésében.

Bár a szerző egy egyszerűsített formában egy szakdidaktikai lapban is közölte, az elemi szerves kémia ismeretek tanításában várhatóan nem terjed el.

A poláris szám és az oxidációs állapot fogalmának értelmezése gyakorlatilag megegyezik a szerves kémiai oxidációs számával. Ennek ellenére csupán egy modern tankönyvben, **Reusch** 1977-ben kiadott szerves kémia könyvében nevezi **oxidációs számnak** (oxidation number) e fogalmat, de bevezetése után alig használja fel a reakciók ismertetése során.

A fentiek alapján úgy tűnik, hogy a szerves kémiában voltak törekvések a szerves kémiai jól alkalmazható fogalmak adaptálására, mégis használatuk rendkívül korlátozottnak mondható. Ennek oka feltehetően a rendszerek bonyolultságában keresendő.

Kémiatanári konferencia

A Magyar kémikusok Egyesületének Kémiatanári Szakosztálya, a Művelődési és Köznevelési Minisztérium, valamint a Fővárosi Pedagógiai Intézet a Budapesti Műszaki Egyetemen rendezi meg a XVIII. kémiatanári konferenciát 1998. augusztus 25–29-én.

A konferencia mottója: „Bemutatkozik a magyar kémiaoktatás”.

A rendezvény kapcsolódik az Európai Kémikus Egyesületek Szövetsége Kémiaoktatási Osztálya két évenként megrendezésre kerülő nemzetközi konferenciájához (**European Conference in Chemical Education, ECCE**).

Vargáné Nyári Katalin–Forgács László

„A kémia oktatásának története hazánkban 1750–1950” c. kiállítás ismertetése

(A kiállítás Fábián Éva forgatókönyve alapján készült.)

A Magyar Vegyészeti Múzeum (MVM) 1996. ápr. 2-án egy új kiállítással járult hozzá az „1000 éves a magyarországi iskola” rendezvénysorozathoz. A kiállítás anyagát két részre tagoltuk, az 1750–1850-ig és az 1850–1950-ig terjedő időszakokra. Az első szakasz már korábban elkészült, így ezt csak felújítottuk. Ennek anyaga tablókon és fekvő üveges vitrinekben került kiállításra. A második szakasz anyaga fekvő és új, álló vitrinekben kapott helyet, melyeket a jubileumi év alkalmából készíttetett a múzeum. Mindkét kiállítási anyag forgatókönyvét Fábián Éva, a múzeum ma már nyugdíjba vonult munkatársa készítette el.

A kiállítási anyag összeállításában a budapesti Piarista Gimnázium és a székesfehérvári József Attila Gimnázium is segítséget nyújtott. A kiállított szemléltető tárgyakat és -eszközöket zömmel a Calderoni és Társa cég, az üvegeszközöket pedig a Kiss Károly által vezetett műegyetemi üvegtechnikai intézet készítette. Megnyitó beszédet P. Nagy Sándor, a MVM Alapítvány Kuratóriumának elnöke mondott.

1997. március 19-én az 1996. évi iskolatörténeti évforduló alkalmából végzett munka elismeréseként a MVM-ot az Iskolatörténeti Emlékbizottság Emlékplakettel jutalmazta, melyet Kósáry Domokos elnök adott át. A plaketten Eötvös József (1813–1871) és a következő felirat látható: A Magyar Népoktatás Megteremtője.

A kémiaoktatás első százada Magyarországon 1750–1850

A XVIII. sz. hazánk történelmének legbékésebb korszaka volt. Csaknem száz évig nem folyt az ország területén háború, a kapitalista termelési mód – igaz nagyon lassan – kezdett elterjedni, a kereskedelem is fellendült.

Ennek az általános fellendülésnek hatása volt a közegészségügyre, a közoktatásra, a kulturális életre is. Magyarországon – a Habsburg-birodalmon belül elfoglalt helyzetéből következően – a teljes beilleszkedést gátolta az eltérő jogrendszer és a nyelvi különbözőség.

Hazánk állandó kapcsolatban állt a nyugati kulturális előrehaladással, a fenti okok miatt azonban mégis önálló úton zajlott a fejlődése a birodalom többi tagjától eltérően.

Ez a másság jellemzi az oktatásügy, ezen belül pedig a kémia tanításának fejlődését is ebben az időszakban.

A XVIII. sz. közepéig a természettudományok csak a filozófia részeként jelentek meg az oktatásban. A jezsuita rendek tanítási rendszerét az 1599-ben kiadott Ratio Studiorum szabályozta, melynek lényege: „A jelentőséggel bíró dolgokban Arisztotelészről el ne térj!”

A protestáns iskolák tanárai már a nyugati egyetemeken tanultak és az itt megszerzett korszerű tudást adták tovább tanítványaiknak. A kémiát a fizika tantárgy részeként tárgyalták.

Hatvani István volt, aki 1750-től kémiát tanított és kísérleteket végzett Debrecenben.

A század 2. felében a korszerű oktatás szelleme a katolikus iskolákban is teret hódított. Az első központi – kémiát is tárgyaló – tankönyveket a kor legjelesebb tanárai, tudósai írták. Az oktatás nyelve általában a latin vagy a német. Meg kell említenünk Horváth János, Mitterpracher Lajos tankönyvírók nevét.

A Habsburg-birodalom bányatisztjeinek szervezett képzésére az uralkodó 1735-ben Selmecbányán bányatisztképző iskolát alapított, melynek képzési ideje 2, majd 3 év plusz egy év gyakorlat volt. Az intézmény 1770-től akadémiai rangra emelkedett. A Selmeci Bányászati Akadémia a honi kémiai szakoktatás és tudo-

mányos kutatás bölcsője volt. Az akadémia első kémia és metallurgia tanszékének professzora Jaquin Miklós volt, aki kísérleteivel világhírnevet szerzett. A laboratóriumi oktatás innen terjedt el, ezt vette át az akkor szerveződő párizsi műegyetem, az École Polytechnique. A Selmecen tanuló az ország legjobb vegyészeivé váltak. Közülük kell megemlíteni Müller Ferencet, aki 1782-ben felfedezte a tellúrt.

1777-ben Mária Terézia kiadta a Ratio Educationist, amely a magyarországi iskola-rendszer első, állami rendezésére irányuló rendelete. Ennek a rendeletnek célja csak részben volt az iskolázás fejlesztése, sokkal inkább a Habsburg-birodalom érdekeit szolgálta. Ennek ellenére kedvező légkört teremtett a természettudományok oktatásának területén is.

A jezsuita iskolák az arisztotelészi tanok helyett igazi természettudományos előképzést adtak. A protestáns oktatás a Ratio Educationist nem érezte magára nézve kötelezőnek és a sokkal „engedelmesebb” katolikus iskolák mögött lemaradva, lassúbb tempóval haladt előre. A rendelet hatására megjelentek az első központi tankönyvek mind a felsőfokú, mind a középfokú gimnáziumi oktatásban. Az elemi iskolák fejlődése még ennél is rohamosabb volt, hiszen majdnem a semmiből indultak.

1793-ban állították fel az első erdélyi kémiai-metallurgiai intézetet mint önálló tanszéket, a Báthory István által alapított kolozsvári akadémián. Professzora Etienne András volt, aki az *első magyar iskolai kémiatankönyvet* írta.

Az *első egyetemi kémiai tanszéket* hazánkban a Pázmány Péter által alapított nagyszombati egyetemen állították fel 1770-ben, ami orvosi karral egészült ki. Az egyetemet rövidesen Budára, majd Pestre helyezték át. Az egyetem első kémiai és botanikai professzora Winterl Jakab orvos volt, aki az elektrokémia egyik hazai előfutára. A pesti egyetem kémiai tanszéke főleg az orvos- és gyógyszerészképzést célozta meg.

A mérnöki tudományok tanítására 1782-ben nyílt meg az Institutum Geometricum Hydrotechnicum, Európa egyik első mérnökképző főiskolája, amely a pesti tudományegyetemhez tartozott. Ez az intézet a XIX. sz. közepéig közel 3000 mérnököt nevelt, akik nagyban hozzájárultak a vegyipari termelés kibontakoztatásához.

A XIX. sz. első felében a nyelvújító törekvések a természettudományok terén is érvényesültek. A nyelvújítás eredményeit terjesztők közül Kováts Mihály, Varga Márton, Nyulas Ferenc voltak a magyar kémiai szaknyelv úttörői.

A magyar nyelvű oktatás a XIX. sz. első felében hódított teret, fellegvárai a protestáns kollégiumok voltak.

1815-ben Debrecenben alakult az *első ásvány-, növény-, vegytan-technológiai tanszék*. Az oktatás nyelve magyar volt. A tanszék első professzora az iskola egykori növendéke, Kerekes Ferenc.

A marosvásárhelyi kollégiumban Bolyai Farkas volt a kémia professzora, aki már használta a vegyjeleket és kísérletekre is oktatta tanítványait.

Az *első magyar nyelvű főiskolai kémiatankönyvet* Tarczy Lajos adta ki, amelyért a MTA 1843-ban nagy jutalommal tüntette ki.

Az erdélyi iskolákban az 1840-es évektől mindegyik felekezet bevezette oktatási rendjébe a vegytan tantárgyat.

A természettudományok – közöttük a kémia – népszerűsítéséért sokat tett az 1828-ban megalapított Tudományos Akadémia, valamint a Bugát Pál, Irinyi János, Jedlik Ányos, Nendtvich Károly és mások által létrehozott Természettudományi Társulat. A kémiai szaknyelv megteremtéséért a közéleti vezetők is sokat tettek, köztük Széchenyi, Kossuth és Eötvös József is, aki a forradalmi kormány művelődésügyi minisztere volt.

A kiállításon szereplő fotók, reprodukciók jegyzéke (időrendben):

1. Arisztotelész elemtanának középkori ábrázolása
2. Hasznos multság, azaz A kisdedek tanúságára és hasznokra Klobusiczky Antal (1739–1826) fordítása (1764. Pozsony)
3. Klobusiczky A: Első letzke. Az emberről
4. Pápai Páriz Ferenc portréja (1649–1716)
5. Mátyus István portréja (1725–1802)
6. Hatvani István portréja (1718–1786)
7. Stephanum Hathvani: Thermae Varadienses (1777. Viennae)
8. Pankl Máté (1740–1799) könyvéből laboratóriumi eszközök ábrái
9. Horváth K. János (1751–1799) könyvének címlapja: Summarium elementorum physicae comprimis in usum Gimnasiorum (1798. Budae)
10. Mitterpracher Lajos (1734–1818) könyvének címlapja: Primae Lineae Historiae Naturalis in usum Gymnasiorum (1795. Budae)
11. Ratio Educationis... Regnum Hungariae Tomus I. Vindobonae, 1777. címlapja

12. A Selmeci Bányászati Akadémia központi épülete a XVIII. sz.-ban
13. A Krecsmáry-féle ház, az Akadémia kémiai tanszékének épülete 1770-től
14. Jacquin Miklós portréja (1727–1817)
15. Nicolae Josepho Jacquin: Examen Chemicum... (1769, Vindobona)
16. Scopoli Antal (1723–1788). Johann Anton Scopoli: Grundsätze der systematischen (Berg akademie zu Schemnitz, 1769.) című könyvének címlapja
17. Born Ignác portréja (1742–1791)
18. Müller Ferenc (1740–1825), a tellúr felfedezőjének (1782) portréja
19. Born folyóiratának a Physicalische Arbeitennek a címlapja, melyben a tellúr felfedezését közzétették
20. Patzner Mihály (–1811): Anleitung zur metallurgischen Chemie (1805. Buda) I. Band c. könyvének címlapja
21. Forrasztócső, üzőke, aerométer, endiméter, 1798-as évszámmal ellátott mérleg fotóreprodukciója
22. Mária Terézia által alapított emlékérmek a kiváló hallgatók jutalmazására
23. A nagyszombati egyetem képe a XVIII. sz.-ból
24. Winterl Jakab portréja (1739–1809)
25. Jacobi Josephi Winterl: Prolusiones ad chemiam saeculi (1800. Budae) című művének címlapja
26. Kitaibel Pál portréja (1757–1817)
27. Schuster János portréja (1777–1838)
28. Nendtvich Károly portréja (1811–1892)
29. Jedlik Ányos István (1800–1895): Súlyos testek természettana (1850. Pest) című könyvének címlapja
30. Kovács Mihály (1762–1851): Chemia vagy a természet titka (1807. Buda) című könyvének címlapja
31. Varga Márton (1767–1818): A gyönyörű Természet Tudománya magyarázata a tünevényekből, és az új feltalálásokból nemzete, s az ifjúság javára. I. Kötet (1808. Nagyvárad) című könyvének címlapja
32. Nyulas Ferenc (1758–1808): Az erdélyországi orvosi vizeknek bontásáról közönségesen (1800. Kolozsvár)
33. A debreceni kollégium képe a XIX. sz. első felében
34. A sárospataki kollégium képe a XIX. sz. elején
35. Kerekes Ferenc portréja (1784–1850)
36. A nagyenyedi kollégium képe
37. A marosvásárhelyi kollégium képe a XIX. sz.-ban

A kémiaoktatás története 1850-től 1950-ig

1. Középiskolai oktatás, népiskolák

Az 1777-es, majd az 1806-os Ratio Educationis a katolikus középiskolákat gimnáziumokká alakította, alapvetően humán tananyaggal. 1850-ben az addig három tagozatos gimnáziumot két négyéves tagozatra bontotta:

- algimnáziumokra, melyek célja a reáliskolák felső tagozatára és bármely gyakorlati pályára való előképzés;

- felgimnáziumokra, melyek 2. és 6. osztályában a természettan-fizika tárgy keretében már szerepelnek: „A kémiai vegyülés és bomlás törvényei, a legfontosabb kémiai vegyületek...”

A tanterv lehetővé tette a tankönyvírók egyéni elgondolásainak érvényesítését az anyag megválasztása és rendszerezése terén.

Schirckhuber Móric (1807–), Thüringer Ambor, Kruesz Krizosztom (1819–1885), Fehér Ipoly (1842–1891) munkásságával a természettan oktatásához széles tankönyvválaszték jött létre. A kémiaoktatás színvonala a felgimnáziumokban egyre magasabbá vált, azonban a gyakorlati képzés és a szertárak felszereltsége meglehetősen szegényes volt. [1] [2] [3] [4] [5] [6]

1839-ben a humángimnáziumok mellé megszervezték a reáliskolákat, tananyaguk középpontjába a természettudományokat és az élő idegen nyelveket állították. [7] A nagyobb városokban a technikai pályákra való felkészítés érdekében sorra alakultak al- és főreáliskolák: Pozsonyban, Sopronban, Győrött, Szegeden, Pesten, Budán, Székesfehérvárott, Kőrömbányán, Pécsen, Kassán, Esztergomban, Sümegen, Kecskeméten. A képzési idő jellemzően hat év volt.

A kémiaoktatás módszerét rendkívül korszerűen szabályozták, a tantervben a kísérletezést is előírták.

A főreáliskolákban a kémiát a legkiválóbb szakemberek oktatták, akik a tankönyvírás és a kísérletezés területén is jelentőset alkottak:

- Pozsonyban: Mack Ede (1821–1884), aki az első hazai ólomkamrás kénsavgyár üzembe helyezésénél is közreműködött (Czajla, 1850), [8]

- Pesten: Preysz Móricz (1829–1877), aki a reáltanodában megtervezte és berendezte az akkori Európa egyik legkorszerűbb kémiai laboratóriumát. Ő volt az első magyar kémikus-akadémikus (1863). [10] Balló Mátyas (1844–1930), aki a Vegyészeti és Élelmiszevizsgáló Intézet megszervezője (1844), az első magyar középis-

kolai kémiatankönyv szerzője, a Magyar Tudományos Akadémia tagja. (1880)

– Budán: Say Móric (1830–1885), Hankó Vilmos (1854–1923). [11]

– Kecskeméten: Dékány Rafael (1828–) az első, már magyar nyelvű reáliskolai tankönyv szerzője. [9]

Az 1868-as Eötvös-féle népoktatási törvény előírta a tankötelezettséget 6–12 éves korig és megszabta az évfolyamok tananyagát. A régi iskolák bővítése, átszervezése nyomán létrejöttek a hatosztályos népiskolák. A népiskolák kémia-oktatása az 5. és 6. osztályban heti 3 – 3 órában erősen gyakorlatias ismeretanyag előadásából állt, természettan és vegytan címen. Önálló órakeretet a kémiatanítás 1925-ben kapott.

A népiskolák mellett megeremítették a négyosztályos polgári iskolákat (10–14 éves tanulónak) a felső kereskedelmi, ipari tanulmányok előkészítése érdekében.

Mindkét iskolatípus új tankönyveket és új tantervet igényelt. A népiskolákban Mauritz Rezső, Balogh Kálmán, Miklós Gergely természet- és vegytankönyveinek több kiadását, a polgári és felső kereskedelmi stb. iskolákban Hankó Vilmos műveit és kísérletezési útmutatóit használták. [12] [13] [14]

Balló Mátyás 1877-es tankönyvében már külön fejezetben tárgyalta a szerves kémiát. [15]

Az 1868. évi oktatási reform a gimnáziumokban is érezte hatását. Az algimnáziumban a vegytan önálló tárgy lett a 4. osztályban. A felgimnáziumokban 1871-től tervezték a vegytan oktatását, de bevezetése csak 1879-ben a természetrajz keretében, 1889-ben az ásványtanal közös tárgyként valósult meg.

Az 1925. évi tantervi reform a vegytant önálló tantárgyként határozta meg, de a gimnáziumokban még 1927 után is segédtudományként kezelték.

A reáliskolák 1926-ban kidolgozott tantervében a kémia három évfolyamban önálló tárgy, a tananyag pedig az akkori viszonyok között magas szintű kémiatanítást tett lehetővé.

Az egységes gimnáziumok (középiskolák) létrehozása után 1938-tól a 4. osztályban a kémia az ásványtan segédtárgya, de a 6. osztályban már önálló tantárgy.

A kémiaoktatás átalakításának kiemelkedő alakjai: Loczka Alajos (1892–1972) vegyésztanár és Bodrossi Lajos (1879–1953) vegytan-termesztarajz tanár.

Ők rendszerezték a kémiaoktatás módszertanának magyar nyelvű irodalmát, kimunkálták a

cselekedtető oktatási formát és tankönyvíróként megalkották a szükséges korszerű tankönyveket. [16] [17]

Az 1870-es években alakulnak a polgári iskolákra építkező felső ipariskolák (technikusképzők). Budapesten 1880-ban létesült ilyen iskola gépészeti, vegyészeti, fém-, vas- és faipari tagozattal. Az iskola első kémiai technológiai tanára, 1907-től igazgatója Petrik Lajos (1851–1932). A mai jogutód intézmény 1972-ben az ő nevét vette fel.

Felső kereskedelmi iskola először Fiumében létesült 1881-ben. A Budapesten 1885-ben megnyitott Kereskedelmi Akadémián már főiskolai szintű képzés indult.

A szakiskolák a kémia, vegytan oktatásának már nagyobb jelentőséget tulajdonítottak, ami az oktatási évek és a heti óraszámok emelkedésében is megnyilvánult. Az új tankönyveket Csongor György, Hankó Vilmos (1854–1923), Koós Gábor (1850–), Szathmáry László (1880–1940) dolgozták ki. 1927-ben a Kereskedelmi Akadémián már a 2. osztályban oktatták a szerves kémia és kémiai technológia c. tárgyat. Az előadó és a tankönyvszerző Szathmáry László volt. [18] [19]

A tanítóképző intézetekben szintén szerepelt a tananyagban a vegytan. A középfokú tanintézetekben (reáliskolák, kereskedelmi iskolák, tanítóképzők) általában rendelkeztek laboratóriummal és szertárral.

1945-ben a népiskolák, a polgári iskolák, valamint a gimnáziumok 1–4. osztályai helyett nyolcosztályos általános iskolákat hoztak létre.

Az új iskolatípus 5–8. osztályában rendszeres biológia-, fizika- és kémiatanítást vezettek be.

Az 1949–50-es tanévtől a gimnáziumok négyosztályossá alakultak át, fennmaradt azonban továbbra is a humán és reál tagozódás.

2. Tudományegyetemek

A felsőfokú és műszaki kémiai képzés intézményei – az alap- és középfokú képzéshez hasonlóan – a kiegyezés után meginduló ipari fejlődés nagyobb szakemberigénye miatt gyarapodtak tovább.

A hatvanas évek elején csak a Pesti Tudományegyetemen volt vegyészképzés, az egyetemen három kémiai intézet is létesült. 1862-ben Than Károly (1834–1908) vezetésével önállóvá vált a kémiai tanszék.

1872-ben Than tervei alapján létesült a Teftort-kertben a ma is működő I. Sz. Kémiai Inté-

zet. Than Károly, a modern kémiai iskola megalapítója közel fél évszázadon át volt vezető egyénisége a magyar kémiai életnek. [20] [21]

A II. Sz. Kémiai Intézet első professzora Lengyel Béla (1844–1913) volt. Analitikusi és oktatói munkássága mellett először foglalkozott hazánkban a radioaktivitás jelenségeinek vizsgálatával. [22]

A III. Sz. Kémiai Intézet megalapítója és professzora Buchböck Gusztáv (1869–1935) volt. Buchböck a magyar fizikai-kémiai kutatás egyik megteremtője. A III. sz. intézetben bölcsészhallgatók számára már elméleti fizikai-kémiát adott elő. [23]

1872-ben a kolozsvári Magyar Királyi Ferenc József Tudományegyetem megnyitása további előrelépést jelentett a magyar kémiaoktatásban. A Vegytani Intézet első professzora Fabinyi Rudolf (1849–1920), aki a Magyar Kémikusok Egyesületének első elnöke, és az első magyar nyelvű kémiai folyóirat elindítója volt. [24] [25]

1912-ben Debrecenben és Pozsonyban létesítettek tudományegyetemeket, az első világháborút követő határrendezést követően a kolozsvári egyetem Szegeden, a pozsonyi Pécssett folytatta működését. A tudományegyetemek kémiai intézetei kezdetben profil nélkül, általános képzési programmal működtek. A pesti tudományegyetemen többszöri átszervezés után, 1939-re alakult ki a kémiai tanszékek szakmai tagozódása.

– A Szerves és Gyógyszerészeti Kémiai Tanszék Széki Tibor (1879–1950) vezetésével jött létre. Széki a szegedi egyetemről került Pestre 1935-ben. A szerkezetkutatás és sztereokémiai elmélet jelentős személyisége volt.

– Az Általános Kémiai Tanszéken Gróh Gyula (1886–1952) oktatta – több idegen nyelvre is lefordított tankönyveiből – hallgatók generációját. [26]

– A Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszéken Szabellédy László (1901–1944) adott elő a gyógyszerészhallgatók és a bölcsészettudományi kar diákjainak, többek között kvantitatív analízis tárgyat. [27]

– A Kolloidkémiai Tanszék vezetője Buzágh Aladár (1895–1962) volt. Ő a magyar kolloidkémiai iskola megalapítója. [28]

3. Ipartanoda és Műegyetem

A műszaki kémiai szakképzés 1846-ban kezdődik a József Ipartanoda megnyitásával. Az ipartanoda első kémiai professzora

Nendtvich Károly (1811–1892) orvos. 1848. ápr. 4-én ő tartotta az első magyar nyelvű kémiaelőadást. Az intézményt 1856-ban átszervezik József Polytechnikum néven, 1872-ben pedig egyetemi rangra emelik, így lesz Magyar Királyi József Műegyetem. [29]

A Műegyetemen kezdetben mérnökgazdasági és gépészhallgatókat képeztek. Az első vegyész diplomát 1884-ben, az első vegyész-mérnök diplomát pedig 1907-ben adták ki. Az 1918/19-es tanévig 372 oklevelet adtak ki. Doktori címet 1901 óta adományozhat az egyetem. A Műegyetemen is felismerték a szaktanszékek fontosságát, ezért a speciális szakmai képzés rendszere folyamatosan fejlődött.

– 1870-ben az Általános Kémiai Tanszéken Ilosvay Lajos (1851–1936) professzor lett Nendtvich Károly utódja. Ilosvay írta az első, teljesen a szerves kémiának szentelt magyar nyelvű tankönyvet. [30]

– A szintén 1870-ben alapított Kémiai Technológia (vegyipari műtan) Tanszék első tanára Wartha Vincze (1844–1914).

– 1905-ben nyílt meg Szarvasy Imre (1872–1942) vezetésével az Elektrokémiai Tanszék.

– 1908-ban S'igmond Elek talajkémikus megszervezte a Mezőgazdasági Kémiai Technológiai Tanszékét.

– Zemplén Géza (1883–1956) a selmecbányai Bányászati- és Erdészeti Főiskoláról került 1913-ban a Műegyetem Szerves Kémiai Technológia tanszékére. Zemplén Géza tanítványai közül a gyógyszeripar kiemelkedő jelentőségű kémikusai kerültek ki.

A két világháború között a magyar vegyipar fejlődése megelőzte a többi iparágat, így a vegyészmérnökképzés társadalmi jelentősége is nőtt, további szakmai tagozódás során újabb kémiai tanszékek nyíltak. Vuk Mihály (1875–1952) professzor 1920-ban Élelmiszer-kémiai, Putnoky László (1888–1948) 1921-ben Szervetlen Kémia Tanszékét indította.

Putnoky „Vezérfonalak” – hallgatói zsargonban Cérnák – című műve máig emlegetett, kedvelt tankönyv volt.

Csűrös Zoltán (1901–1979) a Goldberger Alapítvány támogatásával hozta létre 1939-ben a Textilkémiai Tanszéket, ahol hazánkban elsőként vezette be a műanyagok ismertetését. [31] [32]

A mérnöki képzés színvonalának emelése érdekében az Országos Mérnök Kongresszus 1931-ben elhatározta a mérnöktovábbképzés megvalósítását. A határozat nyomán jött létre – Európában az első között – a Műegyetemen a Mérnök Továbbképző Intézet.

A XX. sz. közepére kialakult a képzés modern rendszere, amelybe az alábbi intézmények tartoznak:

– A vegyészképzés intézményei:

- Eötvös Loránd Tudományegyetem (Bp.)
- József Attila Tudományegyetem (Szeged)
- Kossuth Lajos Tudományegyetem (Debrecen)

– A vegyész-mérnökképzés intézményei:

- Budapesti Műszaki Egyetem
- Veszprémi Vegyipari Egyetem (jelenleg Veszprémi Egyetem)

– Vegyipari gépészmérnökképzés intézményei:

- Budapesti Műszaki Egyetem
- Nehézipari Műszaki Egyetem (Miskolc, 1949-től)

– Az ipar igényeire válaszolva megindult a vegyésztechnikus képzés is Budapesten, Kazincbarcikán, Nagykanizsán, Veszprémben, Debrecenben, Esztergomban és Ajkán.

A kiállításon tárlókban vagy fotóreprodukcióként megjelent művek jegyzéke

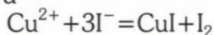
- [1] Entwurf der Organisation der Gymnasien und Realschulen in Oesterreich. (Wien, 1839. p. 37)
- [2] Schirckhuber Móricz: Az elméleti és tapasztalati Természettan alaprajza... a felsőbb gymnasiumi tanulók használatára. (1851.)
- [3] Schirckhuber Móricz: Az elméleti és tapasztalati Természettan közhasználatra. (Pest, 1844.)
- [4] Thüringer Ambró: Természettani ismeretek a testek közös és különös tulajdonai, a vegytannak kis ismeretével... (Pest, 1851.)
- [5] Thüringer Ambró: Elméleti és tapasztalati Természettan. (Pest, 1854.)
- [6] Dr. Kruesz Krizosztom: A szervetlen és szerves vegytan rövid vázlata. (Pest, 1865.)

- [7] Dr. Lutter Nándor: Természettan elemei. (Pest, 1866.)
- [8] Mack Ede Eduárd: Lehrbuch der Chemie für Relschulen... (Pressburg, 1853.)
- [9] Dékány Rafael: Elemi vegytan. (Kecskemét, 1859.)
- [10] Preysz Móricz: Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium. (1858.)
- [11] Say Móricz: A vegytan alapvonalai. Középtanodák számára. (Pest, 1862., 1874.)
- [12] Mauritz Rezső: Természettan elemei. Népisiskolák számára. (Pest, 1872.)
- [13] Hankó Vilmos: Chemia és ásványtan a polgári leányiskolák számára.
- [14] Hankó Vilmos: Hogyan experimentáljunk? (Budapest, Calderoni és Társa, 1902.)
- [15] Balló Mátyás: A vegytan alapelvei a középiskolák felső osztályai számára. (Budapest, 1877.)
- [16] Loczka Alajos: A kémiaoktatás alapelvei a középfokú iskolákban. (Budapest, 1933.)
- [17] Bodrossi Lajos – Hoffer András: Ásványtan. (Budapest, 1938.)
- [18] Csongor Gy. – Hankó Vilmos: Chemia és áruismeret. (Budapest, 1907.)
- [19] Szathmáry László: Szervetlen kémia és kémiai technológia. (Budapest, 1928.)
- [20] Than Károly: A quantitativ kémiai analysis elemei. (Budapest, 1895.)
- [21] Than Károly: Az elméleti kémia újabb haladásáról. (Budapest, 1904.)
- [22] Lengyel Béla: A quantitativ kémiai analysis elemei. (Pest, 1896.)
- [23] Buchböck Gusztáv: Physikai – kémiai mérő módszerek. (Budapest, 1922.)
- [24] Fabinyi Rudolf: Bevezetés az elméleti kémiába.
- [25] Magyar Chemikusok Lapja.
- [26] Gróh Gyula: Általános kémia. (Budapest, 1918.)
- [27] Szebellédy László: A kvantitativ kémia elemei. Jegyzet. (Budapest, 1940., 1942.)
- [28] Buzágh Aladár: Az óriásmolekulák világa. A kolloidkémiai kutatások jelenlegi irányai. (Budapest, 1942.)
- [29] Nendtvich Károly: Életműtlen műipari vegytan. (Budapest, 1845.)
- [30] Ilosvay Lajos: Bevezetés a szerves kémiába. (Budapest)
- [31] Dr. Csűrös Zoltán: Műanyagok. (Budapest, 1941.)
- [32] Dr. Csűrös Zoltán: Textilkémia. (Budapest, 1942.)

Dr. Tóth Zoltán

Ionegyenletek rendezése

A kémiai reakciók mennyiségi viszonyainak leírására gyakran használunk ionegyenleteket. A rendezett ionegyenleteknek – a semleges részecskéket tartalmazó ún. „molekulaegyenletekkel” ellentétben – a tömegmegmaradás törvényén kívül a töltésmegmaradás törvényének is meg kell felelniük. Például a



látszólag rendezett ionegyenlet megfelel ugyan a tömegmegmaradás törvényének, de az egyenlet bal oldalán szereplő töltések összege $(+2-3=-1)$ nem egyezik meg a jobb oldal nulla töltésével. Az ionegyenletek rendezése tehát annyiival nehezebb, mint a „molekulaegyenletek” rendezése [1, 2], hogy a rendezési eljárás során általában tekintettel kell lennünk a töltésmérlegre is. Ezek után lássuk az ionegyenletek rendezési lehetőségeit!

Ionegyenletek rendezése közvetlen úton

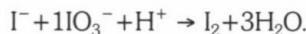
A „molekulaegyenletek” rendezésére ismert eljárások [1,2] (láncszabály, oxidációs szám, algebrai módszer) mindegyike használható ionegyenletek rendezésére is azzal a kiegészítéssel, hogy a rendezés során általában tekintettel kell lennünk a töltésmérlegre is.

Ionegyenletek rendezése láncszabállyal

A láncszabálynak nevezett egyszerű egyenletrendezési eljárást [2, 3] a következőképpen használhatjuk ionegyenletek rendezésére:



A rendezést ionegyenletek esetén is csak olyan atommal kezdhethetjük, amelyik az egyenlet mindkét oldalán csak egyszer szerepel. Ilyen atomok a H és az O. Mivel az O-atom az egyenlet mindkét oldalán egy másik atomhoz kapcsolódva szerepel, célszerű a rendezést vele kezdeni:



A rendezési lánc folytatására azok az atomok alkalmasak, amelyek csak egyetlen egy, még nem rendezett részecskében találhatók. Ilyen atom a H.



Mivel nincs további rendezésre alkalmas atom (a I-atom ugyanis még két, nem rendezett részecske alkotója), ezért a rendezési láncot a töltésmérleggel kell folytatnunk. A jobb oldal semleges, a bal oldalon már van 5 pozitív rendezett töltésünk, tehát a bal oldal semlegességéhez 5 negatív töltés, azaz 5 I^- -ion szükséges:



Az egyenletrendezést a I-atomokkal fejezzük be:



Ionegyenletek rendezése oxidációs számok segítségével

Az oxidációs számok segítségével történő egyenletrendezés talán a legismertebb ionegyenlet-rendezési eljárás. Nem mentes azonban azoktól a problémáktól, amelyek az oxidációs szám megállapításából adódhatnak [2]. Az oxidációs számok használata esetén nem minden esetben kell figyelemmel lennünk a töltésmérlegre. Például az előbbi ionegyenlet rendezését töltésmérleg nélkül is megtehetjük:



az oxidációs részfolyamat: $\text{I}^{-1} \rightarrow \text{I}^0$ és

a redukciós részfolyamat: $\text{I}^{+5} \rightarrow \text{I}^0$.

Ahhoz, hogy a felvett és leadott elektronok mennyisége megegyezzen az oxidációs részfolyamat egyenletét meg kell szorozni 5-tel. Így az

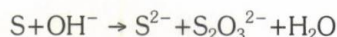
elektronátmenet alapján a következő két együtthatót kapjuk:



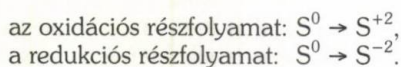
A hiányzó együtthatókat az anyagmérleg alapján, a láncszabály segítségével állapíthatjuk meg. Először a I-atomok alapján a I_2 együtthatóját, majd az O-atomok alapján a H_2O együtthatóját, végül a H-atomok alapján a H^+ együtthatóját kapjuk meg:



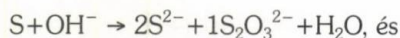
Vannak azonban olyan ionegyenletek, melyek rendezése az oxidációs számok alapján sem nélkülözheti a töltésmérleg figyelembevételét. Ilyen esetre példa a



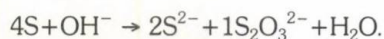
ionegyenlet rendezése, ahol



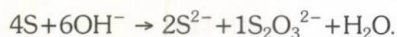
Az oxidációs szám megváltozásából kapott két együttható beírása után



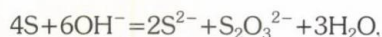
az egyenletrendezést a S-atommal folytathatjuk:



Mivel nincs több „rendezésre alkalmas” atom, ezért a töltésmérlegre kell tekintettel lennünk. A jobb oldalon 6 negatív töltés szerepel, tehát a bal oldalon is 6 negatív töltésnek kell lenni, azaz a OH^- -ion együtthatója 6 lesz:



Az egyenletrendezést a H-atommal (vagy az O-atommal) befejezve kapjuk a rendezett ionegyenletet:



Ionegyenletek rendezése algebrai eljárással

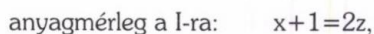
Az algebrai módszer lényege, hogy a keregett sztöchiometriai együtthatókat az alkotó atomokra felírt anyagmérleg alapján, egy többsis-

meretlenes egyenletrendszer megoldásaként kapjuk meg. Ionegyenletek esetén az alkotó atomokra felírt anyagmérleg-egyenleteken kívül a töltésmérleg-egyenletet is fel kell írni. Például a jodid-jodát reakció ionegyenletében legyen a jodát sztöchiometriai együtthatója 1, a többi anyagét pedig jelölje x, y, z és w:



Négy ismeretlenünk van, a megoldáshoz négy független algebrai egyenlet szükséges.

Három egyenletet írhatunk fel az alkotó atomokra (I, O, H) és egyet a töltésekre:

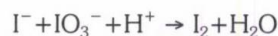


Az egyenletrendszer megoldása a már ismert együtthatókat adja ($\text{w}=3$, $\text{y}=6$, $\text{x}=5$ és $\text{z}=3$).

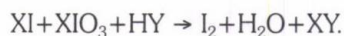
Ionegyenletek rendezése közvetett úton

Az ionegyenletek előbb bemutatott, ún. közvetlen rendezésén kívül lehetőség van azok kerülő úton (közvetett úton) történő rendezésére is. Ennek lényege, hogy az ionegyenletet X^+ és Y^- ellenionok beírásával „molekulaegyenletté” alakítjuk, majd rendezés után az ellenionok eltávolításával kapjuk meg a rendezett ionegyenletet [3].

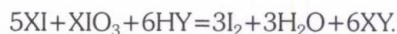
Például a



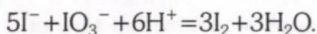
ionegyenletből a megfelelő ellenionok segítségével a következő „molekulaegyenletet” nyerhetjük:



Ezt a reakcióegyenletet bármelyik ismert egyenletrendezési eljárással (láncszabállyal, oxidációs számokkal, algebrai módszerrel) rendezhetjük [1, 2] :



Az ellenionok eltávolítása után kapjuk a rendezett ionegyenletet:



Ezzel az eljárással tehát az ionegyenletek rendezését „molekulaegyenlet”-rendezésre vezettjük vissza, és így elegendő csak a tömegmegmaradás törvényét alkalmaznunk, a töltésmérleget legfeljebb a végeredmény ellenőrzésére használjuk.

Irodalom

- [1] TÓTH Z.: Rendezünk reakcióegyenleteket! *Módszerek és eljárások*, 9. KLTE Ké-

mia Szakmódszertan. Debrecen, 1996. 128. oldal.

- [2] TÓTH Z.: Hogyan rendezünk reakcióegyenleteket? Elektronikus cikk a Hálózaton. *ChemNet Hungary*, 1997. április (<http://www.kfi.hu/~c...do/egyenlet/egy.htm>)
- [3] TÓTH Z.: Balancing chemical equations by inspection. *Journal of Chemical Education* (megjelenés alatt).

A dolgozat az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok támogatásával készült (OTKA T-023144).

Hanczár Tímea–Dr. Hannus István–Dr. Hernádi Klára

A kémiai vegyületek „slágerlistája”

Bármilyen furcsa, de a kémia világában is létezik slágerlista. Az ötven legnagyobb mennyiségben előállított kémiai anyag ranglistáját az Egyesült Államok vegyipari termelése alapján állították össze évről-évre, és adták ki a *Chemical & Engineering News* című amerikai kémiai folyóiratban.

A táblázat az 1995-ös ranglista állását mutatja. Összehasonlításképpen feltüntetett az 1994-es rangsort, valamint termelési adatokat és átlagos évi termelésváltozásokat is. (A táblázatban feltüntetett mértékegységekből látható, hogy az SI mértérendszer terjedése a világban nem járványszerű. Néhány kiragadott példa: mg = millió gallon, mp = millió font, bcf = milliárd köbláb.) Egy 1986-tól 1995-ig terjedő tízéves periódust tanulmányozva elmondható, hogy az USA vegyipari termelése mérsékelt, de stabil, egyenletes növekedést mutatott. Amint a táblázat alapján látható a szervesvegyipari termékek 5,0 %-os, míg a szervetlenek 2,4 %-os növekedést mutattak ebben a tízéves periódusban.

Az ötven vegyület közül az első tíz túlnyomórészt szervetlen vegyület. Az első helyen a kénsav áll, melynek a vizsgált tíz év során végig sikerült megtartania vezető pozícióját, illusztrálva, hogy egy adott ország vegyiparának fejlettségét az ott termelt H_2SO_4 mennyisége jellemzi. Felhasználási területe rendkívül széles, felőli szinte a teljes vegyipart.

A kénsavat a *nitrogén* és az *oxigén* követi. Érdekes, hogy a N_2 és az O_2 nem vegyületek,

mégis felkerültek a listára. Ez azzal magyarázható, hogy az ipar nagy mennyiségben használja fel ezeket az elemeket, pl. a modern acélipar az O_2 -t, a N_2 -t az elektronikai ipar inert védőgázként, a gyorsbűféhálózatok pedig cseppfolyós állapotban mélyhűtő közegként. Feltétlenül fel kell hívni a figyelmet arra, hogy ráadásul ez a termelési adat nem tartalmazza azt a nitrogénmennyiséget, amit az üzemen belül közvetlenül használnak fel ammóniává (6. hely), salétromsavvá (14. hely), illetve műtrágyává (NH_4NO_3 15. hely, karbamid 17. hely).

A következő az *etén* (etilén). 1986 és 1995 között stabilan a negyedik helyen állt a lista vezető szerves vegyülete, amelynek 3/4 részét dolgozzák fel különféle műanyagok gyártásához, elsősorban polietilén és poli-vinil-klorid előállításához. Szerves intermedierek alapanyagaként is nagy mennyiséget dolgoznak fel, az ötvenes listán nyolc olyan vegyület található, melyet etilénből kiindulva állítanak elő (pl. etiléndiklorid, etil-benzol, sztirol stb.).

Az *égetett és oltott mész* (CaO és Ca(OH)_2) együttes mennyiségének (lime) előkelő 5. helye szintén a vas- és acélgyártás igényeivel (salak-képző) magyarázható. Az építőipari felhasználás az USA-ban csak a környezetvédelmi (SO_2 megkötés, szennyvízkezelés) és vízlágyítási (meszesződás eljárás) igények után következik.

A ranglista összetételében és az egyes vegyületek pozíciójában évről-évre nagy változást nem tapasztaltunk. Néhány vegyület termelése azon-

ban egy-egy évben kiugróan megnövekedett vagy lecsökkent. Az egyik pl. a CaCl_2 , aminek termelése 1992-ben feltűnően megnőtt. Ez a zord időjárási viszonyoknak és a szokatlanul hideg télnek volt köszönhető, utána viszont nem is került be az első ötvenbe. Az USA-ban ugyanis az utakat kalcium-kloriddal sózzák. A másik a koromtermelés (carbon black) növekedése az 1992-ben tapasztalható nagy gumiabroncs-gyártási hullám miatt.

Az 1990-es évek elején nagyon sok környezetvédelmi program indult, melyek célul tűzték ki a környezetre káros vegyi anyagok termelésének visszaszorítását. Ilyen a klórozott szénhidrogének csoportja is. Arra voltunk kíváncsiak, hogy ezek a környezetvédelmi törekvések mennyire tükröződnek a listán, ezért megvizsgáltuk a klórtermelés alakulását. A klór 1987-ben a nyolcadik, 1995-ben pedig a tizedik helyet foglalta el. A rangsort tekintve tehát nem mutatott nagy visszaesést, de a termelési adatokat tanulmányozva azonban 1991-ben és 1992-ben a termelés volumenében is visszaesést tapasztaltunk.

A vizsgált tízéves időszakban egyértelműen a metil-tercier-butil-éter (MTBE) a „sláger” vegyület, amelynek a termelésében a legnagyobb növekedés történt. A vegyület 1984-ben került fel az ötvenes ranglistára. 1986-ban 41-ik, 1995-ben pedig már a 12-ik helyre tornázta fel magát. Ez azzal magyarázható, hogy az MTBE az oxigéntartalmú benzinkomponensek csoportjába tartozik. Más, ebbe a csoportba tartozó vegyületekkel, mint a metanollal, az etanollal, az etil-tercier-butil-éterrel, a terciér-amil-metil-éterrel együtt kb. 15 évvel ezelőtt kezdték az oktánszám növelésére használni. Az ezt megelőző időszakban az ólom-tetraetilt és az ólom-tetrametilt alkalmazták, viszont ezek környezetvédelmi szempontból előnytelennek bizonyultak, ezért tértek át az oxigént tartalmazó alkoholokra és éterekre. Az utóbbi vegyületeknek az oxigéntartalmuk miatt az az előnyük is megvan, hogy használatukkal nő a benzin oxigéntartalma, ezáltal az égés tökéletesebbé válik, a CO-emisszió pedig csökken.

Az MTBE-t folyadékfázisban, 40 °C és 90 °C között és 10 atm nyomáson állítják elő izo-butén és metonol savas katalízisével. (Hazánkban is használnak MTBE-t az ólommentes benzinek adalékanyagaként, s azt Százhalombattán és Tiszaújvárosban, a katalitikus ill. termikus krakküzemben keletkező C_4 -frakció izo-buténjének felhasználásával állítják elő.) Az MTBE-gyártás volumene a 80-as évek közepétől töretlenül ívelt felfelé, amikor 1992 őszén – főleg a civil lakosság körében – negatív visszhangok láttak napvilágot az

MTBE alkalmazásával kapcsolatban. A panaszáradat Alaszkából indult és rövid idő alatt áttért az USA többi 49 tagállamára is. Az egészségügyi panaszok legjellemzőbb tünetei a fejfájás, szédülés, szemirritáció és hányinger voltak, melyeket az új benzinadalék hatásának tulajdonítottak. Ez nagyon meglepte az MTBE-gyártókat, hiszen ők már 1979 óta használták az MTBE-t panaszok nélkül. Ez a botrány veszélybe sodorta azokat a dollár milliárdokat is, amelyeket már számos MTBE-programba befektettek. Ezután kísérletsorozatok kezdődtek annak érdekében, hogy bebizonyítsák az MTBE egészségkárosító hatását. A kísérletekkel sikerült ugyan megállapítani azt, hogy az MTBE-vel kezelt állatok elkábultak és motoros koordinációjuk megszűnt, viszont anyagcsere-vizsgálatok tanulmányozása során fény derült arra, hogy az MTBE a szervezetbe kerülve gyorsan megkötődik és átalakul terciér-butil-alkohollá, ami a vizelettel gyorsan kiürül. Az MTBE tehát nem halmozódik fel a szervezetben. Ezt követően még számos kísérletet végeztek, melyek egyike sem sikerült bebizonyítani az MTBE szervezetre gyakorolt káros hatását. Ezt alátámasztja néhány érdekes – az MTBE egészségkárosító hatásával foglalkozó tanulmányból vett – adat is: az Egyesült Államok 18 finomítójába szétküldött kérdőívek alapján az MTBE hatásának közvetlenül kitett dolgozók és a feltételezett egészségügyi panaszok között nem találtak összefüggést.

Egy 1984–1992-ig terjedő kilencéves periódust tanulmányozva azt tapasztaltuk, hogy az ez idő alatt beérkező egészségügyi panaszok 70 %-a 1992-ből származott, amikor beindítottak egy nagyszabású oxigéntartalmú üzemanyag-programot. Pedig az MTBE termelése nem emelkedett számottevően 1992-ben az azt megelőző két évhez képest. Érdekes az is, hogy a legnagyobb számú panasz (349) Alaszkából érkezett, ahonnan a botrány kiindult, és az ezt követő legnagyobb mennyiségű panasz 15 volt, ami Montanából érkezett. Ha egy kicsit cinikusak vagyunk, akkor megjegyezhetjük, hogy ezek szerint egyes államok jobb munkát végeztek a panaszgyűjtést illetően, mint mások, illetve néhány jól irányzott újságírói fogással egészségügyi botránná lehetett konvertálni az MTBE-termelésben ellenérdekeltek körök tiltakozását.

Az MTBE-ről visszatérve az ötvenes toplistára, sajnos az elkövetkezendő évek ranglistáit feltehetően nem fogjuk tudni tanulmányozni, ugyanis 1997-ben, egyes, az adatszolgáltatásra vonatkozó (amerikai) megkorlátozó kormányintézkedéseknek köszönhetően már nem jelent meg ilyen „slágerlista”.

TOP 50 CHEMICALS

Rank			Billions of lb		Common units ^b		Average annual change			
1995	1994 ^a		1995	1994	1995	1994	'94-95	'93-94	'90-95	'85-95
1	1	Sulfuric acid	95,36	89,63	47,681 tt	44,813 tt	6,4%	12,5%	1,5%	1,8%
2	2	Nitrogen	68,04	63,91	939bcf	882 bcf	6,5	10,8	4,6	3,7
3	3	Oxygen	53,48	50,08	646bcf	605 bcf	6,8	10,6	6,9	5,1
4	4	Ethylene	46,97	44,60	46,966 mp	44,602 mp	5,3	11,5	5,2	4,6
5	5	Lime^c	41,23	38,37	20,617 tt	19,184 tt	7,5	3,0	3,8	2,7
6	6	Ammonia	35,60	34,51	17,801 tt	17,256 tt	3,2	0,4	0,9	0,3
7	7	Phosphoric acid	26,19	25,58	13,096 tt	12,792 tt	2,4	11,1	1,7	2,2
8	8	Sodium hydroxide	26,19	25,11	13,094 tt	12,555 tt	4,3	0,5	1,7	1,9
9	10	Propylene	25,69	23,94	25,691 mp	23,943 mp	7,3	11,5	2,9	5,6
10	9	Chlorine	25,09	24,37	12,544 tt	12,187 tt	2,9	0,9	1,2	1,9
11	11	Sodium carbonate^d	22,28	20,56	11,138 tt	10,278 tt	8,4	3,8	2,0	2,7
12	18	Methyl tert-butyl ether	17,62	13,61	17,620 mp	13,610 mp	29,5	5,5	14,7	25,0
13	14	Ethylene dichloride	17,26	16,76	17,263 mp	16,762 mp	3,0	-6,6	4,5	3,6
14	12	Nitric acid	17,24	17,22	8,621 tt	8,611 tt	0,1	4,3	1,7	1,6
15	13	Ammonium nitrate^e	15,99	17,03	7,993 tt	8,517 tt	-6,2	2,8	0,7	1,7
16	16	Benzene	15,97	15,27	2,168 mg	2,074 mg	4,5	24,0	5,1	5,5
17	15	Urea^f	15,59	15,90	7,796 tt	7,952 tt	-2,0	-4,5	-1,0	1,6
18	17	Vinyl chloride	14,98	13,85	14,976 mp	13,850 mp	8,1	-2,6	7,1	4,7
19	22	Ethylbenzene	13,66	10,76	13,656 mp	10,758 mp	26,9	15,2	10,3	6,3
20	21	Styrene	11,39	11,29	11,386 mp	11,294 mp	0,8	17,7	9,9	4,1
21	19	Methanol	11,29	12,18	11,292 mp	12,176 mp	-7,3	15,9	6,2	8,5
22	20	Carbon dioxide^g	10,89	11,80	5,446 tt	5,899 tt	-7,7	-13,5	2,0	1,8
23	23	Xylene	9,37	9,06	1,301 mg	1,258 mg	3,4	3,7	8,6	5,8
24	24	Formaldehyde^h	8,11	8,17	8,110 mp	8,165 mp	-0,7	-0,3	3,8	3,8
25	25	Terephthalic acidⁱ	7,95	7,58	7,950 mp	7,575 mp	5,0	6,6	3,7	2,0
26	27	Ethylene oxide	7,62	7,24	7,621 mp	7,238 mp	5,3	35,8	6,8	3,4
27	26	Hydrochloric acid	7,33	7,47	3,663 tt	3,734 tt	-1,9	6,9	3,1	2,7
28	28	Toluene^j	6,73	6,75	927 mg	931 mg	-0,4	5,8	1,6	2,9
29	29	p-Xylene	6,34	6,26	6,342 mp	6,255 mp	1,4	8,0	4,0	2,9
30	31	Cumene	5,63	5,22	5,625 mp	5,217 mp	7,8	18,7	5,9	5,3
31	32	Ammonium sulfate	5,24	5,18	2,619 tt	2,588 tt	1,2	6,4	0,8	2,3
32	30	Ethylene glycol	5,23	6,09	5,230 mp	6,090 mp	-14,1	17,1	0,6	2,3
33	33	Acetic acid	4,68	3,98	4,683 mp	3,984 mp	17,5	19,7	4,5	4,9
34	34	Phenol^k	4,16	3,92	4,163 mp	3,920 mp	6,2	22,9	3,3	4,1
35	35	Propylene oxide	4,00	3,70	4,000 mp	3,700 mp	8,1	12,8	9,0	5,2
36	36	Butadiene^l	3,68	3,38	3,682 mp	3,376 mp	9,1	8,3	3,6	4,6
37	37	Carbon black	3,32	3,25	3,315 mp	3,250 mp	2,0	0,8	2,9	2,6
38	39	Isobutylene	3,23	3,08	3,235 mp	3,078 mp	5,1	186,7	21,7	12,4
39	38	Potash^m	3,22	3,08	1,460 tmt	1,399 tmt	4,4	-7,1	-3,1	1,2
40	41	Acrylonitrile	3,21	3,03	3,207 mp	3,026 mp	6,0	21,6	3,7	3,2
41	40	Vinyl acetate	2,89	3,04	2,893 mp	3,036 mp	-4,7	9,5	1,7	3,2
42	42	Titanium dioxide	2,77	2,76	1,383 tt	1,380 tt	0,2	7,8	5,1	4,9
43	43	Acetone	2,76	2,66	2,761 mp	2,664 mp	3,6	9,6	3,4	4,4
44	45	Butyraldehyde	2,68	2,19	2,679 mp	2,194 mp	22,1	11,5	7,2	7,6
45	44	Aluminium sulfate	2,41	2,21	1,204 tt	1,107 tt	8,8	3,3	-0,4	-0,5
46	46	Sodium silicate	2,25	2,01	1,125 tt	1,007 tt	11,7	0,1	6,6	5,0
47	47	Cyclohexane	2,13	1,96	2,134 mp	1,962 mp	8,8	-1,9	-2,8	2,6
48	48	Adipic acid	1,80	1,80	1,797 mp	1,797 mp	0,0	6,5	2,1	2,1
49	—	Nitrobenzene	1,65	1,44	1,650 mp	1,435 mp	15,0	34,5	7,0	6,1
50	49	Bisphenol A	1,62	1,70	1,623 mp	1,702 mp	-4,7	32,4	7,1	5,5
TOTAL ORGANICS			285,89	270,40			5,7%	10,0%	5,3%	5,0%
TOTAL INORGANICS			464,10	444,15			4,5%	6,2%	2,7%	2,4%
GRAND TOTAL			749,99	714,55			5,0%	7,6%	3,6%	3,3%

a Revised. b tt=thousands of tons, bcf=billions of cubic feet, mp=millions of pounds, mg=millions of gallons, tmt=thousands of metric tons. c Except refractory dolomite. d Natural and synthetic. e Original solution. f 100% basis. g Liquid and solid only. h 37% by weight. i Includes both acid and ester without double counting. j All grades. k Synthetic only. l Rubber grade. m K₂O basis. **Note:** Average annual change calculation based on common units.

Dudok Györgyné

Munka- és balesetvédelmi szempontok a kémia tanításában

A kémia tanítása „veszélyes üzem”, s jól tudja ezt minden kémiatanár. Vagy talán még sem? Ebben az írásban munkavédelemről, balesetvédelemről lesz szó a teljesség igénye nélkül, melyek zöme triviális megállapítás.

A kezdő kémiatanárok azonban megszívelhetik, a tapasztalt kollégák pedig felfrissíthetik ez irányú ismereteiket. Ne feledjük, az ördög nem alszik!

1993. évi XCIII. törvény a munkavédelemről:

„E törvény célja, hogy az Alkotmányban foglalt elvek alapján szabályozza az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés személyi, tárgyi és szervezeti feltételeit a szervezeten munkát végzők egészségének, munkavégző képességének megóvása és a munkakörülmények humanizálása érdekében, megelőzve ezzel a munkabaleseteket és a foglalkozással összefüggő megbetegedéseket.”

(Lásd a munkavédelmi törvény végrehajtási rendeleteit és a kapcsolódó jogszabályok gyűjteményét.)

Nekünk, kémia szakos tanároknak is feladatunk, hogy tanulóinknak olyan munkakörülményeket biztosítsunk, hogy megvédhessük őket a rájuk leselkedő veszélyektől.

A kémiai szaktanterem (előadó) kialakítása

Annak érdekében, hogy tanulóink a kémia tantárgy tananyagát mélyebben elsajátítsák, szükség van a kémiai jellegű kísérletekre is, amely indokolja az iskolában a speciális felépítésű és berendezésű szaktanterem kialakítását. A balesetmentes kísérletezés szempontjából a következők javasoltak.

A szaktanterem elhelyezése

Lényeges, hogy a szaktanterem mellett kémiaszertár (előkészítő helyiség) legyen, ahonnan a szaktanteremből közvetlenül is át lehessen járni. Így biztonságosabb a vegyszerek, eszközök szállítása. Szükség van egy, a falrészben kialakított elszívó berendezéssel ellátott kísérleti fülkére, amely mindkét oldalról (a szaktanterem felől és az előkészítő helyiség felől is) toló üveglakkal rendelkezik, így a mérgező gázokkal, gőzökkel történő kísérleteket a tanulók látják, de az ártalmas anyagokat nem érzékelik.

A szaktanterem szabványelőírásoknak megfelelő mesterséges és természetes megvilágítással, illetve fényforrással legyen ellátva. A munkapedagógiai és mentálhigiéniai követelmények szerint a szaktanteremben lehetőleg a természetes megvilágítást használjuk, de lehetőség legyen rá, hogy azt, ha szükséges, mesterséges fényforrással pótolhassuk. Ha a nevelő a szaktanterem megvilágítását nem tartja megfelelőnek, jelezze a munkáltatójának. A szaktanteremben csak kellő (előírásoknak, szabványoknak megfelelő) megvilágítás mellett lehet dolgozni, és ez a kémiai előadóra fokozottan igaz, mert a pontos észleléshez csak optimális megvilágítási viszonyok alkalmasak.

A szaktanterem klímája

A szaktanteremben „ülő munka” folyik, így a hőmérséklet fűtési szezonban 20° C legyen (más kérdés azonban, hogy mit tegyünk akkor, ha májusban vagy júniusban a külső hőmérséklet akár 30° C is lehet).

Fontos a szaktanterem kellő szellőztetésének a biztosítása (az ablakok kitarthatók legyenek, ha szükséges szereltesünk fel ventilátort is). A kísérletek elvégzése után szellőztessünk! Ha fűtési szezonban a szaktanterem hőmérséklete magasabb az ideálisnál, abban az esetben is szellőztessünk, mert a magasabb hőmérséklet bágyadságot, álmodást, figyelemcsökkenést és végső esetben balesetet is okozhat!

Az alábbi táblázatok összeállítása, és a hozzá tartozó magyarázatok – az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat Nógrád Megyei Intézet Kémiai Osztály vezetőjének segítségével – az ÁNTSZ hivatalos adatai alapján – készült.

A felsorolt vegyi anyagok nagy része az iskolai szertárakban megtalálható. A megengedett

határértékek szabványban rögzítettek, sajnos az iskolákban jelenleg nincs mód ennek rendszeres mérésére. Arra azonban jók az adatok, hogy tájékozódjunk arról, hogy az egyes vegyszerekkel mennyire körültekintően kell kísérleteznünk (pl. benzollal, mely mérgező, rákkeltő).

A vegyi anyagok szabvány szerint:

Vegyület	Méreg	Veszélyességi fokozat	Megengedett határérték			Jellemző tulajd.
			AK mg/m ³	CK mg/m ³	MK mg/m ³	
Acetaldehid (CH ₃ CHO)	M-II.	V – A	—	—	25 K	i
Aceton (CH ₃ COCH ₃)	M-III.	V – C	600	1200	—	i
Amil-acetát (CH ₃ COOC ₅ H ₁₁)	M-III.	V – C	400	800	—	i
Amil-alkohol (CH ₃ -(CH ₂) ₄ -OH)	M-III.	V – B	180	360	—	i
Ammónia (NH ₃)	M-II.	V – A	18	27	—	i
Anilin (C ₆ H ₅ -NH ₂)	M-I.	V – A	5	10	—	b
Arzén (As)	M-I.	V – A	—	—	0,05 K	b, i
Benzin	M-III.	V – C	300	800	—	b
Benzol (C ₆ H ₆)	M-III.	V – A	—	—	5 K	b, i
Bróm (1/2 Br ₂)	M-I.	V – A	—	—	0,7 K	b, i, m
Butilalkohol (CH ₃ -(CH ₂) ₃ -OH)	M-II.	V – B	100	200	—	b, i
Ciánsók (HCN)	M-I.	V – A	0,3	0,6	—	b, i
Cink-oxid (ZnO)	M-I.	V – A	5	10	—	i
Etil-acetát (CH ₃ -COOC ₂ H ₅)	M-IV.	V – C	400	1200	—	i, sz
Etil-alkohol (CH ₃ -CH ₂ -OH)	M-III.	V – C	1000	3000	—	—
Fenol (C ₆ H ₅ -OH)	M-I.	V – A	4	8	—	b, i
Hidrogén-fluorid (HF)	M-I.	V – A	0,5	1	—	i
Formaldehid (HCHO)	M-I.	V – A	—	—	0,6 K	i, sz
Fluoridok	M-I.	V – A	1	2	—	b, i
Foszfor (sárga) (P)	M-I.	V – A	0,03	0,06	—	i
Higany (Hg) és szervetlen vegyületei	M-I.	V – A	0,02	0,04	—	sz
Jód (1/2 I ₂)	M-I.	V – A	1	2	—	i, sz
Kén-dioxid (SO ₂)	M-II.	V – A	3	6	—	i
Kén-hidrogén (H ₂ S)	M-I.	V – A	10	20	—	i
Kénsav (H ₂ SO ₄)	M-I.	V – A	—	—	1	i, m
Klór (1/2 Cl ₂)	M-I.	V – A	—	—	1	i
Kloroform (CHCl ₃)	M-II.	V – A	—	—	10 K	—
Krómsav és kromátok krómra számítva (Cr)	M-I.–II.	V – A	—	—	0,02 K	i, sz
Metil-alkohol (CH ₃ -OH)	M-II.	V – B	50	100	—	b, i
Naftalin (C ₁₀ H ₈)	M-III.	V – B	40	80	—	b, i
Nitro-benzol (C ₆ H ₅ -NO ₂)	M-I.	V – A	3	6	—	b, i
Nitrogén-dioxid (NO ₂)	M-I.	V – A	5	10	—	i
Ólom (Pb) és szervetlen vegyületei	M-I.–II.	V – A	—	—	0,04 K	i
Ólom-tetraetil (Pb(C ₂ H ₅) ₄)	M-I.	V – A	0,005	0,01	—	b, i
Ózon (O ₃)	M-I.	V – A	0,2	0,4	—	i
Sósav (HCl)	M-I.	V – A	—	—	5	i, m
Szén-monoxid (CO)	M-II.	V – A	20	40	—	—
Szén-tetraklorid (CCl ₄)	M-III.	V – A	—	—	10 K	b
Toluol (C ₆ H ₅ -CH ₃)	M-III.	V – B	100	300	—	b, i
Divanádium-pentoxid (V ₂ O ₅)	M-I.	V – A	0,05	0,1	—	i, sz
Xilol (C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂)	M-III.	V – C	100	300	—	b, i

Vegyí anyagok munkavédelmi követelményei (jelmagyarázat):

ÁK: a légszennyező anyag olyan munkahe-lyi koncentrációja, amelyben a dolgozó munká-ját élete során 8 órás, heti 40 órás munkaidőben végezve, élete során sem átmeneti, sem mara-dandó egészségkárosodást nem szenved és szü-letendő utódjaira sincs egészségkárosító hatása.

MK: legnagyobb koncentráció

CK: csúcskoncentráció (rövid ideig megen-gedhető legnagyobb levegőszennyezettség) a légszennyező anyagnak egy műszakon belül leg-feljebb 30 percig megengedett, rendszerint az ÁK-értéket meghaladó legnagyobb koncentrá-ciója. (Megjegyzés: ez adott esetben a kísérletek után a tanterem légtérére lehet érvényes.)

b: bőrön át is felszívódó anyag.

i: ingerlő anyag (izgatja a bőrt, nyálkahár-tyát, szemet vagy mindhármat).

m: maró hatású (felmarja a bőrt, nyálkahár-tyát, szemet vagy mindhármat).

sz: szennibilizáló (túlérzékenységet okozó) tu-lajdonsgú anyag.

K: karcinogén, rákkeltő anyag: a jelzést az anyagok mg/m^3 -ben meghatározott MK-értéke mellett tüntetjük fel.

A vegyi anyagok egészségkárosító veszélyes-sége szerinti osztályozása veszélyességi kategóri-ák az egészségre kifejtett hatások alapján:

V – A: kifejezetten veszélyes

V – B: veszélyes

V – C: mérsékelten veszélyes

(V – D: gyakorlatilag nem veszélyes)

A szaktanterem felszerelése

A szaktanterem belső kialakításánál figye-lembe kell venni, hogy tanulóinknak tevékeny-ségük során sikerélményben legyen részük, és ahhoz, hogy kedvvel dolgozhassanak, megfele-lő környezetet kell biztosítani.

Előadói asztal

Magasított dobogón elhelyezett tanári asztal, eternit, csempe vagy saválló, lúgálló, hőálló, le-mezborítású legyen, gáz-, vízkivezető szerelvé-nyekkel, egyen- és váltóáramú csatlakozókkal. Amennyiben nem áll rendelkezésre vezetékes földgáz, akkor PB gázpalack (nagyobb vagy tu-rista 1–2 kg-os) is használható (ha ezt a szabvá-nyok és a tűzrendészeti szabályok megengedik). (A borszeszgő nem minden kémiai reakcióhoz

tudja biztosítani a szükséges energiát.) Az elő-adói asztalon csak – az akkor elvégzendő – kí-sérlethez szükséges eszközök, anyagok, lehet-nek! A szaktanár az órát, a munkáját befejezve az asztalon balesetveszélyt okozó tárgyat, esz-kőzt, vegyszert nem hagyhat!

Tanulói munkapadok

Az előadóterem hossz tengelyével párhuz-a-mosan, kétoldali elhelyezéssel, tanuló páronként gáz-, víz-, egyen- és váltóáramú csatlakozások-kal (központilag elzárható rendszerben) legyen ellátva! A munkapadok felülete vízszintes le-gyen, hogy a tálcák és eszközök ne csússzanak le róluk! A padok elhelyezésénél figyelembe kell venni, hogy a tanári asztal és a tábla minden helyről jól látható legyen! A munkaasztalok lép-csözetesen emelkedő padozaton is állhatnak. A munkapadok között a közlekedés biztonsá-gos, akadálymentes legyen (tanulók táskái!) a tálcák szállítása miatt is! A padok a padozathoz stabilan, billenésmentesen rögzítettek legyenek, és az első padosor a tanári asztaltól legalább 1 m távolságra legyen.

Terem padozata

Nem engedhető meg a padozat egyenetlen-sége, a parketták hiánya, a felsértett műpadló, mert súlyos balesetet okozhat. Ilyen jellegű problémák észlelése esetén a pedagógus köteles jelezni a munkáltatónak. A hézagmentes pado-zat kialakítása azért is célszerű, mert az esetleg földre került vegyszereket (pl. higany) maradék-talanul össze lehet szedni. A kísérletezés során ha valamilyen anyag lecsöppen a padlóra, azonnal fel kell törölni, mert balesetveszélyes! A takarítószemélyzet figyelmét fel kell hívni arra, hogy bő vízzel mossák fel a padlót! A fényezett padozat csúszásveszélyes! A munkát megkezde-ni csak az előírásoknak megfelelő helyiségben szabad!

Teremdekoráció

Az előadóban csak olyan dekoráció, modell, szemléltetőkép kerüljön elhelyezésre, amely köz-vetlenül az oktató-nevelő munkát segíti!

A pedagógiai szempontok mellett a követke-ző balesetvédelmi szempontokat kell betartani:

– Csak olyan anyagok, berendezések stb. kerüljenek a szaktanterembe, amelyek feltétle-nül szükségesek, a zsúfoltságot kerülni kell!

– A szemléltetőanyag rögzítése a falra e cél-ra kialakított műanyag vagy fatiplibe rögzített kampósszeggel, csavarral történhet!

– Vigyázat! Közvetlenül ne verjünk szöget a falba!

– Az üveges tablót több ponton kell felfogatni a falra! Kerüljük a nagyméretű üvegezett képeket! A faliképek védelmére használunk átlátó fóliát! Üvegezett képek felfüggesztésekor fontos szempont a helyes magasság megválasztása. Minden eszköz elhelyezésénél ügyeljünk a balesetveszélyre!

– Lógó képek esetén az akasztók, zsinórok biztonságosak legyenek, ami „kisebb” erőhatásra, lengésre nem szakadhat le! Szellőztetés esetén kerüljük az éles huzatot, mert hatására esetleg leszakadhatnak a képek!

– Polcokat nem tehetünk olyan helyre, ahol akadályozza a teremben való közlekedést, valamint nem kerülhet polc fűtőtest mellé vagy elé és a munkapadok fölé sem.

– A polc tartószerkezete stabil, falra erősítése biztonságos legyen, és elbírja a rajta tárolt eszközök, tárgyak, könyvek súlyát! Álló polc esetén legalább két helyen falhoz is legyen biztonságosan rögzítve.

– A polcokra egymásra halmozott tárgyak nem kerülhetnek, mert azok leesve balesetet okozhatnak! A könyveket is lehetőleg egymás mellé állítva rakjuk!

– Táblák rögzítése maximálisan biztonságos legyen!

– Szekrények stabilan álljanak a padozaton, nem billeghetnek, ajtaja zárható legyen.

– A szekrény belső kialakítása megfelelő legyen a tárolt eszközök számára. Ömlesztett módon (pl. üvegcsöveket) tilos a szekrényben tárolni! A szekrények tetején semmit ne tároljunk! A szekrények elhelyezésénél figyelembe kell venni, hogy ne takarja a táblára való rálátást!

– A székek állapota kifogástalan legyen, az ülőlapok épek legyenek (pl. nem lehetnek szakadások, mert azok a ruhába akadva, felálláskor a szék eldőléseivel balesetet okozhatnak). Támlás szék esetén a támla is ép legyen! A teremben csak annyi széket tároljunk, amennyi szükséges.

A kémiai szertár

A kémiai oktatáshoz használt eszközök, berendezések, különböző anyagok és vegyszerek tárolásának a helyisége.

A vegyszerek tárolásánál a következő praktikus előírásokat tartjuk be!

A szertárban mindig tisztaság legyen és az eszközök is csak tisztított állapotban kerülhetnek a helyükre. E témával kapcsolatban minden kémiantanár figyelmébe ajánljuk dr. Várnai György:

Környezeti nevelés a kísérletező kémiantanításban c. kitűnő könyvét, amely nem hiányozhat egyetlen kémiantanár könyvespolcáról sem.

– Párolgó folyadékokat, oldatokat és szilárd anyagokat együttesen ne tároljunk!

– Tüzet okozó és könnyen gyúló anyagokat együtt tilos tárolni és ezeket az anyagokat a fűtőtesttől legtávolabb kell elhelyezni.

– Savakat és lúgokat egymástól jól különítsük el!

– Áttekinthetőség szempontjából rendszerezjük a vegyszereket a szekrényben, a polcokon címkével jelöljük a vegyszeres üvegek helyét.

– Anyagi minőségüktől függően jól zárható, különböző alakú és színű edényben tároljuk azokat!

– Minden edény névvel és képlettel legyen ellátva, a címkéket tartósan rögzítsük az edényekre (pl. paraffinozással).

– A szerves és szervetlen vegyületeket külön szekrényben tároljuk!

– Alapszabály, hogy MINDEN VEGYSZER MÉREG-ként kezelendő!

Természetesen vannak olyan anyagok, vegyszerek, amelyeket kifejezetten a MÉREG kategóriába sorsolunk. Ezen anyagok edényén mérjelzés látható, az ilyen anyagokat jól zárható szabványos mérészekrényben kell tárolni!

16/1988. SZEM 12.22. rendelete alapján

„Mérge az az anyag, amely aránylag kis mennyiségben a szervezetbe jutva fizikai, kémiai vagy fizikai-kémiai hatásával a szervezet életfolyamatait dinamikus egyensúlyának múlóan, tartósan vagy véglegesen megzavarja.”

Mérgező anyagok kategóriái:

M-I.: erős mérge

M-II.: mérge

M-III.: gyenge mérge

M-IV.: gyakorlatilag nem mérgező anyag.

1. sz. mérgegyegyzék

(Néhány engedélyhez kötött mérge)

amilin és közvetlen származékai

arzén és összes vegyületei

báriumsók (kivételez a szulfát)

cián-hidrogén

cián-amidok (kivételez a sárga- és vörösvér-lúgos)

hidrogén-fluorid és vegyületei

fenol

fenolok nitroszármazékai

foszfor (sárga)
 foszfor-halogenidek
 higanyók (kivétel a szulfid)
 kálium-hidroxid
 kálium-klorát
 kálium-nitrit
 kálium-kromát
 kálium-bikromát
 talliumvegyületek
 triklór-etilén
 metil-alkohol
 metil-halogenidek
 nikotin és sói
 nátrium-hidroxid
 nátrium-nitrit
 nátrium-klorát
 oxálsav és vízben oldható sói
 ólom-tetraetil
 szén-diszulfid
 sztrichnin és sói

2. sz. mérégjegyzék

(Néhány engedély nélkül beszerezhető mérég)

sósav 10 %-on felül
 kénsav 10 %-on felül
 salétromsav 10 %-on felül
 ecetsav 50 %-on felül
 hangyasav 30 %-on felül
 anilinfestékek
 ammóniaoldat 10 %-on felül
 antimonvegyületek
 ezüstsók
 etil-éter
 hidrogén-peroxid 3 %-on felül
 krómvegyületek (kivétel a kromát és a dikromát)
 ólomvegyületek
 kloroform
 tetraklór-metán (széntetraklorid)
 tetraklór-etán

Néhány fokozottan tűz- és robbanásveszélyes anyag

acetón
 acetilén
 benzin (könnyű)
 benzin (közep)
 benzol
 bután
 etil-acetát
 etil-alkohol
 etil-éter
 hidrogén

metil-alkohol
 propán

Néhány tűz- és robbanásveszélyes anyag

benzin (nehéz)
 szén-monoxid
 terpentinolaj

A mérég beszerzésének módja

A vegyszereket forgalmazó vállalatok a mérgek szállítását csak abban az esetben vállalják, ha a megrendelő mérgegedéssel rendelkezik. A mérgegedély beszerzését az iskolának a **megyei Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálat**tól (ÁNTSZ) kell kérvényezni! A kérvénynek tartalmaznia kell a kérvényező intézmény nevét, az igényelt mérég megnevezését, felhasználási célját. A kérvényt az intézmény vezetője írja alá, az iskola pecsétjével látja el. Az ÁNTSZ által megadott mérgegedélt csatolni kell a vegyszerrendeléshez!

Tűzvédelmi szabályok

(Szigorú előírások és praktikus tanácsok)

A szertárban a tűz oltására a szabványelőírásnak megfelelő tűzoltó készüléket kell felszerelni!

– A tűzoltó készülék működőképességét és működtetését a tanárnak ismernie kell!

– A szertárban és a szaktanteremben célszerű elhelyezni egy száraz homokkal teli vödört, legyen még benne egy homokszórásra alkalmas lapát és legyen a vödörnek fedele. Feltűnő betűkkel írjuk rá „tűzoltó homok”, és a homokot soha ne használjuk másra!

– Ha a borszeszegő üvegtete repedt, azonnal le kell selejtezni, ellenőrizzük a kanóctartó kerámiagyűrűt is, ha repedt ki kell épre cserélni!

– Tűzveszélyes, robbanásveszélyes anyagokkal végzett kísérlethez (pl. benzinnel) csak a szükséges, minimális mennyiséget használjuk!

– Vesélyesebb kísérlet bemutatásakor célszerű a tanulókat 2–2,5 m-re eltávolítani!

– A mérgező, tűzveszélyes és robbanásveszélyes gázokkal, gőzökkel mindig elszívófülkében kell dolgozni!

– Amennyiben fröccsenés, heves forrás, robbanás lehetséges, védőszemüveg (de még jobb a védőmaszk) használata tanárnak, tanulónak kötelező!

– Tűzveszélyes folyadékokból a kísérleti helyiségben csak az előírt mennyiséget szabad

tárolni! A tárolt anyag zárt helyen és a nyílt lángtól távol legyen!

– Tűzveszélyes folyadékokat nyílt lángon hevíteni szigorúan tilos!

– Ezeket az anyagokat víz- vagy homokfürdőn kell hevíteni!

– Tűzveszélyes folyadékot leöntőbe önteni több szempontból is szigorúan tilos, ugyanis az ilyen tulajdonságú anyag veszedelmes robbanást okozhat!

– Abban az esetben, ha nagy mennyiségű gyúlékony anyag ömlik ki a teremben a következő intézkedéseket tegyük meg.

– Minden nyílt lángot el kell oltani, a hőforrásokat és az elektromos berendezéseket ki kell kapcsolni. A kiömlött folyadékot ronggyal kell felitatni és az összegyűjtött folyadékot és rongyot zárható üvegedénybe kell tenni!

– A szellőztetést meg kell gyorsítani, és addig kell folytatni, amíg a kiömlött folyadék szaga már nem érződik!

– *Ha a gyúlékony anyag meggyullad:*

- az összes lángot el kell oltani (pl. a gázvezeték főcsapját elzárjuk);
- a termet sürgősen ki kell üríteni (ügyeljünk, hogy ez higgadt, határozott egyértelmű utasításokkal történjen, kerüljük a pánikkelést);
- a tűz közeléből a tűzveszélyes, gyúlékony anyagokat el kell távolítani;
- az égő anyag természetétől függően, vízzel, vizes ronggyal, homoksórással kezdjük meg a tűz eloltását;
- ha ezek az eljárások nem jártak sikerrel, akkor kézi tűzoltó készüléket kell szakszerűen használni (a sikeres tűzoltást is természetesen az igazgatóságnak jelenteni kell);
- kritikus esetben a tűzoltókat kell értesíteni!

– Ha valakinek a ruhája vagy haja meggyullad, azonnal oltópokróccal vagy egy nagyobb ruhadarabbal (pl. pamut köpeny) el kell fojtani a tüzet! Végső esetben az égő személyt magunkhoz kell szorítani.

– A PB gázpalackot tanteremben tárolni tilos, a szertárban lehetséges (de pl. a szertár nem lehet az alagsorban).

– A palackgáz felhasználási helyén ki kell függeszteni az e célra kiadott balesetelhárítási szabályokat, amelyeket szigorúan be kell tartani és tartatni.

– A PB gázpalack gumicsöve pentánálló gumiból legyen!

– A PB gázpalack gumicsövét vizes szappanoldattal, mosószeres oldattal a használat előtt ellenőrizzük! A gázcsövek és csatlások tömörségét lánggal kipróbálni életveszélyes és tilos!

– PB gázpalackot természetesen csak nyomáscsökkentőn keresztül szabad üzemeltetni! Csatlakozó helyén szabványos szereléssel pl. AVAB bilinccsel lehet a szerelvényekhez csatlakoztatni!

A használatban lévő gázpalackot úgy kell elhelyezni, hogy a közlekedést ne akadályozza és ne legyen kitéve ütődésnek, közvetlen napsütésnek, hőforrás sugárzó melegének. „Csak olyan gázpalackot lehet használni, mely a benne lévő gáz megjelölésére szolgáló színjelzéssel és a tartalom megjelölésével el van látva.” (Bővebben, Litzler Sándorné: Laboratóriumi munkák munkavédelmi követelményei c. könyvében.)

Laboratóriumi eszközök, szerszámok tárolása

A szerszámok (pl. kés, kalapács, csavarhúzó, olló) kéznél legyenek. A szerszámok egy helyen történő ömlesztett tárolása nem célravezető. A különböző szerszámokat, eszközöket külön-külön dobozban, vagy fiókban egymástól elkülönítve tároljuk.

Állványok elhelyezése álló helyzetben történjen! A gázfejlesztőket, vízbontó készüléket fektetve tároljuk (lehetőleg eredeti dobozban), így biztonságosabb!

Minden eszközt zárt helyen (pl. szekrényekben) tároljunk, amihez csak az ott dolgozó tanároknak van kulcsa! Műszerek vagy audiovizuális szemléltetőeszközök, különböző berendezések tárolása a vegyszerekkel egy helyiségben nem célszerű. A szaktanterem és a szertár **tűzveszélyes terület!**

A balesetek, esetleges tragédiák megelőzése, elkerülése érdekében minden kémiát oktató tanárnak kötelező a munkavédelmi, a tűzrendészeti szabályok és tárolási előírások ismerete! A munkavédelmi szabályok ismerete és betartása a tanulók számára is kötelező.

Nem hiányozhat a szertárból a felszerelt szabványos **mentőláda**.

A mentődoboz tartalma alkalmas legyen az órán előforduló bármilyen jellegű baleset (égés, szúrt, vágott seb stb.) ellátására! A kötszereken kívül fertőtlenítő és közömbösítő vegyszereknek kell lenni! A tanárnak rendelkeznie kell az elsősegélynyújtás ismereteivel, annak elméletével és gyakorlatával, és ebből a tekintetből felelősségének teljes tudatában kell lennie. A tanár felada-

ta természetesen nem a gyógyítás, hanem a balesetet szenvedett szakszerű ellátása. A sérülés ellátása után, ha szükséges, hívjunk orvost! A balesetet a mentőládába rendszeresített füzetbe kell feljegyezni, majd jelentsük az iskola balesetvédelmi felelősének!

A füzetben tüntessük fel:

- az iskola nevét, pontos címét
- az iskolaorvos nevét, a rendelő címét és telefonszámát
- a mentők telefonszámát.

Ha a dobozból segélyanyagot használtunk fel, a legrövidebb időn belül pótoljuk azt!

A kémiaszertárban (az egészségügyi ládán kívül) kötelező tartani a következőket:

- 1 db védőszemüveg (védőmaszk)
- 1 pár gumikesztyű (vegyszerálló)
- 250 cm³ 0,5 %-os ecetsavoldat
- 250 cm³ 3 %-os bórsavoldat (szemcsepp lúg közömbösítésére)
- 250 cm³ 3 %-os NaHCO₃-oldat
- 250 cm³ 3 %-os bóraxoldat
- 100 cm³ 1:1 C₂H₅OH : NH₃-oldat
- 250 cm³ 3 %-os CuSO₄ oldat
- 100 cm³ glicerin
- 100 cm³ sebbenzin
- Irix- vagy Naksol-spray (égési sérülések el-látásához)
- szemöblítő pohár.

A kémiaszertár mérgezszekrényében tartandó mérgező anyagokról a kémiát tanító tanár – bármennyire is nehezére esik – **kötelez nyilván-tartást vezetni** az ún. **méregfüzetben**. A nyilvántartásnak a következő információkat kell tartalmaznia: anyag neve, készlet bruttó (g), elhasznált mennyiség, aláírás, dátum.

A balesetvédelmi oktatás

Tanév eleji balesetvédelmi oktatás

– Minden tanév első óráján a tanárnak balesetvédelmi oktatásban kell részesíteni a tanulókat, amelynek tartalmát a tananyag jellege határozza meg.

– Ismertesse a tanulókkal a kísérletezés munkarendjét, jelölje ki a szertárfelelősöket, akikkel ismertesse a feladataikat! (A szertárosokat fokozottabb oktatásban részesítsük.)

– Fel kell hívni a figyelmet az eszközök és anyagok szakszerű használatára (munkafegyelem, figyelemkoncentráció, tisztaság, takarékos-

ság, óvatosság), a tanulók megfelelő öltözetére és jelentési kötelezettségeikre! A legkisebb balesetet is be kell a nevelőnek jelenteniük!

A tanulókon kívül azoknak a dolgozóknak is speciális balesetvédelmi oktatást kell tartani, akik a szaktermet, illetve a szertárt takarítják.

Tanév közbeni balesetvédelmi oktatás

– Minden „új” vegyszer és eszközhöz használata előtt be kell mutatni a helyes használatát és hívjuk fel a tanulók figyelmét az esetleges balesetveszélyre. Vegyszereket megkóstolni, hazavinni, tilos! Takarékosági szempontból ügyeljünk a felhasznált vegyszerek mennyiségére!

Munkarendre vonatkozó balesetvédelmi előírások

A kémiai szakteremben és szertárban tanuló felügyelet nélkül nem tartózkodhat, ott tanári irányítás nélkül kísérletező munkát nem végezhet! A terem és a szertár a tanítási időn kívül zárva legyen!

A balesetek elkerülése végett nagyon fontos a kísérlet előkészítése és kipróbálása. A gondos előkészítő munka teszi lehetővé, hogy a kísérletező tanár kialakíthassa önmagában a mindenre kiterjedő figyelem képességét. A szaktanárnak koncentrációképességével, figyelmével észre kell vennie a legkisebb jelét is annak, ami esetleg veszélyre utal! Különösen figyelnie kell akkor, ha egyidejűleg több helyen is kísérleteznek a tanulók. Lényeges feladat a tanulók jó munkafegyelemének kialakítása, amely balesetvédelmi szempontból elengedhetetlen, mindezt csak tudatos pedagógiai munkával érheti el a tanár. Az esetlegesen bekövetkezett veszélyes fordulat a tanár, de a tanulók részéről is egyaránt lélekjelenlétet, gyors, határozott döntést igényel. A tanárnak pillanatok alatt döntenie kell arról, hogy miként tudja minimumra korlátozni a veszélyforrást, a tanulóknak pedig gyorsan, de higgadtan kell végrehajtaniuk az utasításokat! A pedagógus hivatásából következik, hogy adott esetben erkölcsi kötelessége saját testi épségének veszélyeztetése árán is megóvni a rábízott tanulókat.

A kémia tantárgy oktatásával kapcsolatos munkavédelmi előírások összegzését, csokorba szedését azért tartottam fontosnak, hogy a gyerekekkel foglalkozó intézményekben a munkavédelemmel kapcsolatos tudnivalók pontos ismerete és tudatos hasznosítása révén a minimálisra csökkentsük a gyermek- illetve tanulói balesetek számát.

TALLÓZÓ

Díjnyertes könyvek*

A kétévente megrendezésre kerülő Hungarodidact Nemzetközi Oktatási, Oktástechnikai, Képzési szakkiállításon a szegedi Mozaik Oktatási Stúdió 1997-ben is kiemelkedő eredménnyel szerepelt. A kiállításon ez évben is megrendezték a tankönyvek és oktatási segédanyagok „versenyét”, ahol szakmai bizottság választotta ki a tartalmi és esztétikai szempontból is legjobbnak ítélt taneszközöket. A tankönyvek között '95-ben egy, idén két Arany díjat adtak át. Mindhárom díjat a Mozaik Kiadó könyvei nyerték.

Ez az egyedül álló sikersorozat a tankönyvkiadók és a tankönyvi szakértők között is nagy elismerést váltott ki. A Mozaik munkatársai igényes és magas színvonalú munkájuk eredményeképpen az alábbi díjakat vehették át Dr. Báthory Zoltán helyettes államtitkártól:

HUNDIDAC '97 Díjverseny

Arany Díj: A természetről tizenéveseknek (természettudományi tankönyvcsalád) ABC-ház, *Kerek egy esztendő* (2. osztályos olvasókönyv)

Ezüst Díj: A Föld, amelyen élünk 2. (földrajz tankönyv)

Bronz Díj: *Irodalom Birodalom* (magyar irodalom tankönyvsorozat) ABC-ház, *Mese és valóság* (3. osztályos olvasótankönyv)

SZÉP TANKÖNYV DÍJ '97

Természettudományi kategória: MAKÁDI MARIANN: *Környezetünk természetföldrajza* (földrajz tankönyv), DR. JAKUCS LÁSZLÓ-NAGY GÁBORNÉ: *A Föld, amelyen élünk 1.*

Humán kategória: HERNÁDINÉ-T. ASZÓDI ÉVA-TARBAI EDE: *ABC-ház Mese és valóság*

Az 1990-ben alakult Mozaik Oktatási Stúdió napjainkra meghatározóvá vált a magyar tankönyvkiadók között. A Mozaik az igényes, korszerű oktatás számára készít szakmai és esztétikai szempontból is magas színvonalú tankönyveket, melyek méltán népszerűek a pedagógusok és a diákok körében. Ezt tükrözi a diákok által megszavazott Tankönyvi tetszésdíj is. A szép kivitelű könyvek – elérhető áron – puha-, és tartós, keménytáblás változatban is kaphatók. A tankönyvek bevezetését különböző akciók keretében az iskolák számára anyagilag is támogatja a kiadó.

A tankönyvkiadók közül a Mozaik szinte egyedüliként vállalt szerepet a pedagógusok módszertani továbbképzésére és az iskolák szakmai támogatása terén. A minden évben megrendezett MOZAIK MÓDSZERTANI NAPOK keretében tankönyvszerzők, szakértők tartanak módszertani napokon több újdonsággal is találkozhatnak a pedagógusok. Megismerkedhetnek a számítástechnikai és könyvtárhasználati alapismereteket nyújtó Informatika tankönyvcsalád köteteivel. Hallhatnak egy új matematika tanítást. Új kötetekkel gyarapodott A természetről tizenéveseknek című tankönyvcsalád, amely a korszerű természettudományos műveltség alapjaival ismerteti meg a tizenéves korosztályt. A továbbképzés helyszínei: 1997. november 15. Szombathely; 1997. november 22. Budapest; 1997. november 27. Pécs; 1997. december 6. Győr; 1998. január 8. Debrecen; 1998. január 15. Veszprém; 1998. január 22. Budapest. A módszertani napokról a kiadó munkatársai nyújtanak felvilágosítást a (62) 470-101-es telefonon.

* Megjelent a Népszava 1997. november 3-i számában.

MÓDSZERTANI NAPOK PEDAGÓGUSOKNAK

Ezúton szeretnénk Önöket meghívni az 1997/98-as tanévben megrendezésre kerülő Mozaik Módszertani Napokra.

Továbbképzésünkön tankönyvszerzők és szakértők tartanak előadásokat a Nemzeti alaptanterv szellemében új, korszerű tankönyvcsaládokról, tantervekről, és módszertani tanácsokat adnak az érdeklődő pedagógusoknak. Ebben az évben több újdonsággal találkozhatnak a résztvevők. Megismerkedhetnek a számítástechnikai és könyvhasználati alapismereteket nyújtó informatika tankönyvcsalád köteteivel. Hallhatnak egy új matematika tankönyvsorozatról, amely feladatcentrikus felépítésével megkönnyíti a matematika tanítását. A szerző beszél **A Föld, amelyen élünk** sorozat természetismeret tankönyveiről. Új kötetekkel gyarapodott **A természetről tizenéveseknek** című tankönyvcsalád, amely a korszerű természettudományos műveltség alapjaival ismerteti meg a tizenéves korosztályt.

Az egész napos rendezvény hét szekcióban zajlik, a különböző tagozatok előadásai párhuzamosan folynak más-más előadóteremben. A továbbképzés ideje alatt a résztvevők 500 Ft engedménnyel vásárolhatnak kínálatunkból. A szakmai nap – az eddigiekhez hasonlóan – színvonalas állófogadással zárul.

A **kémia és biológia szekcióban** A természetről tizenéveseknek sorozat köteteiről tart előadást Jámbor Gyuláné és Dr. Siposné Dr. Kedves Éva. A várható témák: Új utakon a természetismeret és a biológia tanítása; A kémiai alapismeretek szerepe mindennapi életünkben.

A szakmai napok helyszínei:

GYŐR	1997. december 6. (szombat)
DEBRECEN	1998. január 8. (csütörtök)
VESZPRÉM	1998. január 15. (csütörtök)
BUDAPEST	1998. január 22. (csütörtök)

A Mozaik Módszertani Napokról felvilágosítást Árokszállási Ildikó és Tóth Katalin ad a (62) 47-01-01-es telefonon.